

# OLÉAGINEUX

*Revue internationale des corps gras*

publiée avec la collaboration de l'Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (I.R.H.O.) \*

AVRIL  
1974

## Couverture :

Canalisation perforée en position d'irrigation dans un champ semencier de la Station I.R.H.O. Cocotier de Port-Bouet (Côte-d'Ivoire). Irrigation à l'eau saumâtre.

(Photo PORT-BOUET)

## RÉDACTION, ABONNEMENTS PUBLICITÉ

8, Square Pétrarque

PARIS - XVI<sup>e</sup>

TÉL: KLÉber 60.25

C. C. Postal Paris 5509.50



## ABONNEMENTS

Un an :

France et Zone Franc. ....	110 F
Pays étrangers ...	135 F

Le numéro

pris dans nos bureaux ...	11 F
France et Zone Franc (franco)	12 F
Pays étrangers (franco) ...	14 F

## TIRÉS A PART

Un an :

Documentation Analytique. .	55 F
Pratique Agricole. ....	35 F

## SOMMAIRE

### ARTICLES

Résumés français, p. XXV ; anglais, p. XXVII ; espagnols, p. XXIX.

- J. OLIVIN et R. OCHS. — Le lessivage du potassium et du magnésium en colonnes de terre. Premiers résultats expérimentaux,  
*Leaching of potassium and magnesium on earth columns. First experimental results* ..... 175-182
- M. POMIER et C. BRUNIN. — Irrigation des cocotiers à l'eau salée,  
*Salt water irrigation of coconuts* ..... 183-186
- C. T. YOUNG and R. O. HAMMONS. — Some factors affecting the arginine maturity index (AMI) for peanuts. .... 189-191
- R. FAHN et K. FENDERL. — Emploi des terres décolorantes activées pour le blanchiment des huiles d'origine tropicale,  
*The use of activated bleaching earths for the bleaching of oils of tropical origin* ..... 193-197
- F. A. O. — Rapport préliminaire sur les domaines éventuels de recherches concernant les huiles lauriques et l'huile de palme,  
*Preliminary report on eventual fields of research on lauric oils and palm oil* 203-207

Pratique agricole — Conseils de l'I.R.H.O., n° 138 :

- D. MARIAU et J.-P. MORIN. — Les ravageurs et maladies du palmier et du cocotier. Chenilles défoliatrices de la famille des Hesperidae en Afrique Occidentale,  
*Pests and diseases of oil palm and coconut. Leaf eating caterpillars of the Hesperidae family in West Africa* ..... 187-188

Industrie et techniques. Points de vue des constructeurs et des utilisateurs :

- M. BLANCHARD. — Évolution récente et perspectives des transporteurs à film d'air dans le domaine alimentaire,  
*Recent evolution and prospects for air film transporters in the food industry* 199-202

### NOTES ET DOCUMENTS

- Le marché des oléagineux pendant le mois de mars 1974, par G. Broche. ... 209-211
- Dans l'industrie, 198 ; Bibliographie, 198 ; Congrès, Salons, Expositions, 208.
- Documentation analytique  
par S. Argoud, M.-T. Richert, A. Bonvalet et D. Panaud ..... 213-226

\* L'Institut Français d'Outre-Mer, à Marseille, fondateur du *Bulletin des Matières Grasses*, a également apporté à *Oléagineux*, jusqu'en 1960, un précieux concours.

## RÉSUMÉS

**Le lessivage du potassium et du magnésium en colonnes de terre. Premiers résultats expérimentaux.**

J. OLIVIN et R. OCHS, *Oléagineux*, 1974, t. 29, N° 4, p. 175-182.

Les phénomènes de fixation et de lessivage des éléments apportés au sol par les engrais ont une incidence importante sur la rentabilité des fumures. Des études, réalisées précédemment au champ en Côte d'Ivoire et au Dahomey, ont montré des différences sur la susceptibilité au lessivage du K apporté par le KCl selon la nature des sols. Elles ont permis de définir une concentration maximale à l'unité de surface à ne pas dépasser, ce qui a conduit à modifier les techniques d'épandage des fumures.

Cependant, les études au champ sont longues et souvent matériellement difficiles à réaliser. On s'est donc tourné vers l'utilisation de la méthode par percolation en colonnes de terre au laboratoire afin de standardiser les conditions expérimentales et d'accélérer les phénomènes de lessivage. On a retenu en définitive des colonnes en matière plastique (hauteur 250 mm, diamètre intérieur 116 mm) pouvant contenir 2,5 kg de terre tamisée. Les engrais sont apportés en solution à la partie supérieure des colonnes et lessivés par des arrosages successifs d'eau permutée. Chaque colonne reçoit une hauteur d'eau totale de 1 000 mm. Les percolats sont recueillis pour dosages.

Les deux premières expériences, pour lesquelles on a utilisé des sables tertiaires de Côte d'Ivoire et des sols alluviaux de Colombie, ont confirmé le lessivage rapide du K échangeable et du K des engrais dans les sables tertiaires et ont montré qu'au contraire les sols alluviaux retiennent énergiquement cet élément. Ces résultats s'accordent avec les connaissances acquises sur la nutrition minérale du palmier à huile. En Côte d'Ivoire, les plantations entrent assez rapidement en déficience potassique une fois que la teneur en K échangeable, momentanément augmentée par la décomposition des andains, tombe en dessous d'une valeur minimale. En Colombie, au contraire, malgré une richesse native en K plus élevée des sols alluviaux, les teneurs en K des feuilles sont souvent inférieures au niveau critique et il est très difficile de les améliorer par un apport d'engrais potassique.

La dynamique du Mg semble dépendre de la forme sous laquelle il est apporté ; la forme sulfate favoriserait la mise en solution par rapport à la forme chlorure. Mais il n'est pas encore possible de relier ces résultats aux données de diagnostic foliaire.

**Mots clés :** Lessivage, Fixation, Colonnes de terre, Sables tertiaires, Côte d'Ivoire, Sols alluviaux, Colombie, Potassium, Magnésium, Cations, Nutrition minérale.

**Irrigation des cocotiers à l'eau salée.**

M. POMIER et C. BRUNIN, *Oléagineux*, 1974, t. 29, N° 4, p. 183-186.

Depuis décembre 1970, plusieurs dizaines d'ha de Jardins grainiers cocotiers de la Station I. R. H. O. de Port-Bouet, en Côte d'Ivoire, ont été irrigués les uns à l'eau douce et les autres avec une eau saumâtre (15 g de sels/l). L'évolution de la nutrition minérale des arbres arrosés à l'eau saumâtre montre un enrichissement de la teneur des feuilles en Mg, Cl et Na. Ceci a permis de supprimer tout apport magnésien aux cocotiers Nains, particulièrement sensibles à toute déficience en cet élément, mais risque, par contre, d'introduire un problème de déficience calcique. La production des arbres irrigués à l'eau saumâtre a été accrue de 30 p. 100 par rapport aux arbres non irrigués, pour les deux premières années. 1971 et 1972, et de 60 p. 100 pour 1973. Il faut noter cependant que ces résultats sont obtenus avec des apports d'eau supérieurs de 60 p. 100 aux déficits hydriques. Ceci s'explique par une action limitée de l'eau saumâtre sur les ouvertures stomatiques. Cela se justifie, par ailleurs, par la nécessité d'assurer un lessivage du sol afin d'éviter tout enrichissement excessif en sels de sodium en particulier. Cette remarque fait penser que ce mode d'irrigation serait impropre aux sols argileux à haut pouvoir fixateur.

**Mots clés :** Cocotier, Irrigation eau saumâtre, Nutrition minérale, Production, Côte d'Ivoire.

**Quelques facteurs ayant une influence sur l'indice de maturité à l'arginine (AMI) de l'arachide (en anglais).**

C. T. YOUNG et R. O. HAMMONS, *Oléagineux*, 1974, t. 29, N° 4, p. 189-191.

Etude des effets de la variété, de l'époque de récolte et de la méthode de séchage sur l'indice de maturité à l'arginine (AMI) de l'arachide. Sept variétés d'arachide ont été cultivées en utilisant les pratiques culturales recommandées. Après récolte à divers intervalles, les gousses immatures fraîches ont été analysées pour la maturité (AMI). Les lots correspondants ont été soit laissés en tas au champ, soit artificiellement séchés à 21, 32, 38 et 46 °C et une humidité relative de 50 p. 100 ou à 110°, avant la détermination des valeurs de maturité AMI. Les effets de la variété et de l'époque de récolte sur l'AMI des arachides ont confirmé les résultats antérieurs. Dans 5 des 7 variétés, le conditionnement en tas a eu une forte tendance à masquer l'effet de l'époque de récolte sur les valeurs AMI. La plupart de l'arginine libre (81,2-94,4 p. 100), mesurée par AMI, est détruite par un séchage à 110° pendant 5 h. Les effets de la variété et de la durée du séchage sur l'indice de maturité sont plus prononcés que ceux de la température de séchage.

**Mots clés :** Arachide, Indice de maturité à l'arginine, Variété, Epoque de récolte, Méthode de séchage.

**Emploi des terres décolorantes activées pour le blanchiment des huiles d'origine tropicale.**

R. FAHN et K. FENDERL, *Oléagineux*, 1974, t. 29, N° 4, p. 193-197.

Complétant les précédentes recherches effectuées sur les huiles de lin et de soja, on a procédé à des essais de décoloration sur des huiles de palme, d'arachide et de coco au moyen de terres dont on a au préalable déterminé la teneur en eau, la densité apparente, le pH, la vitesse de filtration et la rétention d'huile. On a montré que le pouvoir adsorbant de la bentonite croît avec la concentration de l'acide et s'abaisse après passage par un maximum. La meilleure stabilité de couleur de l'huile blanchie est obtenue en utilisant une terre dont le pouvoir décolorant est optimal.

Le volume des micropores ainsi que la surface spécifique des terres sont diminués par la présence d'une couche d'huile adsorbée lors du blanchiment, phénomène qui est particulièrement net pour les terres possédant un pouvoir décolorant optimal.

**Mots clés :** Huiles palme, arachide, coco, Décoloration, Terres activées, Influence acidité.

**Evolution récente et perspectives des transporteurs à film d'air dans le domaine alimentaire.**

M. BLANCHARD, *Oléagineux*, 1974, t. 29, N° 4, p. 199-202.

Les procédés utilisant la sustentation par air sont essentiellement de deux types.

— Les systèmes types aérotrains, hydroglisseurs ou tables à air ont pour objet une simple sustentation par de l'air comprimé. Le débit d'air mis en jeu est faible et la pression de fonctionnement élevée. Dans ces procédés, le déplacement est obtenu d'une manière indépendante de la sustentation.

— Le procédé breveté Jetstream, plus couramment appelé convoyeur à coussin d'air utilise des débits d'air importants à faible pression. Le principe de fonctionnement est l'action de jets d'air successifs. Ces jets d'air émis avec une incidence faible par rapport à la direction du transport soulèvent et poussent simultanément les objets transportés.

**Mots clés :** Industrie alimentaire, Transporteur, Coussin d'air, Procédé Jetstream.

## ENGLISH

## SUMMARIES

**Leaching of potassium and magnesium on earth columns. First experimental results.**

J. OLIVIN and R. OCHS. *Oléagineux*, 1974, v. 29, N° 4, p. 175-182.

The phenomena of fixation and leaching of the elements supplied to the soil by fertilizers have an important influence on the profitability of manuring. Studies previously carried out in the field in the Ivory Coast and Dahomey showed differences in the tendency to leaching of the K supplied by KCl according to the type of soil. They enabled the maximum amount which should be applied to a given surface to be determined, which led to the modification of fertilizer spreading techniques.

However, studies in the field are long and often materially difficult. The method of percolation on earth columns in the laboratory was therefore used, so as to standardize experimental conditions and accelerate the phenomena of leaching. Finally, plastic columns (height 250 mm, internal diameter 116 mm) with a capacity of 2.5 kg sieved earth, were adopted. The fertilizers are applied in solution at the top of the columns and leached by successive waterings with softened water. Each column receives a total height of 1 000 mm of water. The percolates are collected for quantity analysis.

The first two experiments, for which tertiary sands from the Ivory Coast and alluvial soils from Colombia were used, confirmed the rapid leaching of exchangeable K and the K of the fertilizers in the tertiary sands, and showed that on the contrary the alluvial soils firmly retain this element. These results agree with the knowledge acquired about the oil palm's mineral nutrition. In the Ivory Coast the plantations develop a potassium deficiency quite quickly once the exchangeable K level, momentarily increased by the decomposition of the windrows, falls below a minimum value. In Colombia, on the other hand, in spite of a higher natural richness in K of the alluvial soils, the leaf K levels are often below the critical level and it is very difficult to improve them by the application of potassic fertilizer.

The dynamic of Mg seems to depend on the form in which it is applied; the sulphate form is probably more favourable to dissolution than the chloride form. But it is not yet possible to relate these results to leaf analysis data.

**Salt water irrigation of Coconuts.**

M. POMIER and C. BRUNIN, *Oléagineux*, 1974, v. 29, N° 4, p. 183-186.

Since December 1970, of several dozen ha of Coconut Seed Gardens on the I. R. H. O. Station at Port Bouet, Ivory Coast, part have been irrigated with sweet water and part with salt water (15 g salt/l). The evolution of the mineral nutrition of the palms watered with briny water shows an enrichment of the Mg, Cl and Na contents of the leaves. This has allowed all magnesium applications to the Dwarf coconuts, particularly sensitive to any deficiency in this element, to be stopped, but on the other hand there is a risk of introducing a calcium deficiency. The yield of the salt water irrigated trees has increased 30 p. 100 by comparison with non-irrigated trees for the first two years, 1971 and 1972, and by 60 p. 100 for 1973. However, it should be noted that these results are obtained with quantities of water 60 p. 100 higher than the water deficits. This can be explained by a limited action of the briny water on the stomatic openings. Moreover, this is justified by the need to

ensure leaching of the soil so as to avoid any excessive enrichment in salts, sodium in particular. This suggests that such a method of irrigation would be unsuitable for clayey soils with a high power of fixation.

**Some factors affecting the arginine maturity index (AMI) for peanuts.**

C. T. YOUNG and R. O. HAMMONS. *Oléagineux*, 1974, v. 29, N° 4, p. 189-191.

Effects of variety, digging date, and drying method on the arginine maturity index (AMI) of peanuts were investigated. Seven varieties of peanuts were grown using recommended and controlled growing practices. These were harvested periodically, and the fresh green pods analyzed for maturity (AMI). Corresponding lots were stack-cured or artificially dried at 21, 32, 38, and 46 °C with 50 p. 100 relative humidity and 110 °C before the AMI maturity values were determined. The effects of variety and harvesting date on AMI of peanuts confirmed earlier results. In five of the seven varieties, stack curing had a strong tendency to mask the effect of harvest date on the AMI values. Most of the free arginine (81.2-94.4 p. 100) as measured by AMI was destroyed by drying at 110 °C for five hours. Variety and drying time had more influence on the maturity index than drying temperature.

**The use of activated bleaching earths for the bleaching of oils of tropical origin.**

R. FAHN and K. FENDERL, *Oléagineux*, 1974, v. 29, N° 4, p. 193-197.

Completing the previous research carried out on linseed and soya oils, tests were made of the bleaching of palm, groundnut and coconut oil by means of earths whose water content, apparent density, pH, speed of filtration and oil retention had been determined before-hand. It was shown that the absorbant power of bentonite grows with the concentration of acid and falls off after passing through a maximum. The best colour stability in the bleached oil is obtained with an earth with optimum bleaching power.

The volume of the micropores, as well as the specific surface of the earths are diminished by the presence of a layer of oil absorbed during bleaching, a phenomenon which is particularly marked for earths with optimum bleaching power.

**Recent evolution and prospects for air film transporters in the food industry.**

M. BLANCHARD, *Oléagineux*, 1974, v. 29, N° 4, p. 199-202.

Processes using aerodynamic lift are mainly of two types:

— Systems of the aerotrain, hovercraft or air table type, of which the principle is a simple lift by compressed air. The air flow is small and the operating pressure high. In these processes displacement is achieved by a means independent of the lift.

— The patented Jetstream process, more often called an air-cushion conveyor uses a large air flow at low pressure. The operating principle is the action of successive air jets. These air jets, emitted with a low incidence in relation to the direction of transport, raise and push the objects transported simultaneously.



## RESUMENES

**La lixiviación del potasio y del magnesio en columnas de tierra. Primeros resultados experimentales.**J. OLIVIN y R. OCHS, *Oléagineux*, 1974, t. 29, N° 4, p. 175-182.

Los fenómenos de fijación y de lixiviación de los elementos traídos al suelo por los fertilizantes tienen una incidencia importante en la rentabilidad de los abonados. Unos estudios anteriormente realizados en el campo en la Costa de Marfil y en Dahomey mostraron diferencias en la susceptibilidad a la lixiviación del K aportado por el KCl según la naturaleza de los suelos. Permitieron llegar a una definición de la concentración máxima por unidad de superficie que no se puede exceder, lo que llevó a una modificación de las técnicas de aplicación de fertilizantes.

Sin embargo los estudios en el campo son largos y en muchos casos difíciles de organizar desde un punto de vista material. Por consiguiente se eligió la utilización del método por percolación en columnas de tierra en el laboratorio, para uniformar las condiciones experimentales y acelerar los fenómenos de lixiviación. En fin se escogió columnas de plástico (altura 250 mm — diámetro interior 116 mm) en las que cabían 2,5 kg de tierra tamizada. Los abonos se colocan bajo la forma de solución en la parte superior de las columnas y se lixivian con riegos sucesivos de agua desmineralizada. Cada columna recibe una altura total de agua de 1 000 mm. Se recogen los percolatos para las dosificaciones.

Los dos primeros experimentos, para los que se utilizó arenas terciarias de la costa de Marfil y de los suelos aluviales de Colombia, confirmaron la lixiviación rápida del K intercambiable y del K de los fertilizantes en las arenas terciarias, y demostraron que por el contrario los suelos aluviales retienen energicamente dicho elemento. Estos resultados concuerdan con los conocimientos adquiridos sobre la nutrición mineral de la palma aceitera. En la Costa de Marfil, las plantaciones padecen una deficiencia potásica bastante pronto, después de que el contenido en K intercambiable, momentáneamente aumentado por la descomposición de las filas de maderas, haya disminuido hasta un nivel inferior a un valor mínimo. En Colombia por el contrario, a pesar de una mayor riqueza nativa de K en los suelos aluviales, los contenidos de K de las hojas son muchas veces inferiores al nivel crítico y es muy difícil mejorarlos mediante una aportación de fertilizante potásico. Parece que la dinámica del Mg depende de su forma de aportación; la forma sulfato favorecería la puesta en solución relativamente a la forma cloruro. Pero todavía es imposible relacionar dichos resultados con los datos del diagnóstico foliar.

**Riego de los cocoteros con agua salada.**M. POMIER y C. BRUNIN, *Oléagineux*, t. 29, N° 4, p. 183-186.

Desde Diciembre de 1970, varias decenas de ha de campos semilleros cocoteros de la estación I. R. H. O. de Port-Bouet, en la Costa de Marfil, han sido regados, unos con agua dulce y otros con agua salobre (15 g de sales/l). La evolución de la nutrición mineral de los árboles así regados con agua salobre muestra un enriquecimiento del contenido de las hojas en Mg, Cl y Na. Esto permitió una supresión total de aportaciones magnesianas a los cocoteros Enanos, especialmente sensibles a cualquiera deficiencia de este elemento, pero en cambio puede crear una deficiencia cálcica. La producción de los árboles regados con agua salobre ha sido aumentada en un 30 % con relación a los árboles sin regar para los dos primeros años 1971 y 1972, y en un 60 % para 1973. Sin embargo hay que reparar en que dichos resultados han sido logrados con aportaciones de agua superiores en un 60 % a los déficits hídricos, lo que se explica por una acción limitada del agua salobre en las aperturas de los estomas. Esto se justifica además por la necesidad de asegurar una lixiviación del suelo para evitar un enriqueci-

miento excesivo de sales, especialmente sódicos. Esta observación lleva a pensar que este modo de riego sería impropio para los suelos arcillosos de elevado poder fijador.

**Algunos factores que influyen en el índice de madurez por arginina (AMI) del maní (en inglés).**C. T. YOUNG y R. O. HAMMONS, *Oléagineux*, 1974, t. 29, N° 4, p. 189-191.

Estudio de los efectos de la variedad, de la época de cosecha y del método de secado en el índice de madurez por arginina (AMI) del maní. Siete variedades de maní han sido cultivadas utilizando las prácticas culturales recomendadas. Después de su cosecha en diversos intervalos, las vainas frescas sin madurar han sido analizadas desde el punto de vista de su madurez (AMI). Los lotes correspondientes han sido dejados en montones en el campo, o han experimentado un secado artificial a 21, 32, 38 y 46 °C y con humedad relativa de 50 % o a 110°, antes de la determinación de los valores de madurez AMI. Los efectos de la variedad y de la época de cosecha en el AMI del maní confirmaron los resultados anteriores. En 5 de las 7 variedades, el acondicionamiento en montones demostro una fuerte propensión a esconder el efecto de la época de cosecha en los valores AMI. La mayor parte de la arginina libre (81,2-94,4 %), medida por AMI, ha sido destruida por un secado a 110° durante 5 h. Los efectos de la variedad y de la duración del secado en el índice de madurez son más marcados que los de la temperatura de secado.

**Empleo de tierras decolorantes activadas para el blanqueo de los aceites de origen tropical.**R. FAHN y K. FENDERL, *Oléagineux*, 1974, t. 29, N° 4, p. 193-197.

Como complemento de las investigaciones anteriormente realizadas en los aceites de linaza y de soja, se llevó a cabo unos ensayos de decoloración en aceites de palma, de maní y de coco por medio de tierras, previa determinación del contenido de agua, de la densidad aparente, del pH, de la velocidad de filtración y de retención de aceite. Se demostró que el poder adsorbente de la bentonite crece con la concentración del ácido y disminuye después de alcanzar un máximo. La mejor estabilidad de color del aceite blanqueado se consigue con una tierra de un poder decolorante máximo.

El volumen de microporos así como la superficie específica de las tierras están reducidos por la presencia de una capa de aceite adsorbido durante el blanqueo, y este fenómeno es particularmente evidente para las tierras de máximo poder decolorante.

**Evolución reciente y perspectivas de los transportadores con películas de aire, para la alimentación.**M. BLANCHARD, *Oléagineux*, 1974, t. 29, N° 4, p. 199-202.

Hay dos tipos principales de procedimientos que utilizan el soporte con aire.

— Los sistemas de tipo aerotrenes, hidrodreslizadores o mesas de aire. Dichos sistemas se fundan en un simple soporte por aire comprimido. El caudal de aire puesto en movimiento es escaso y la presión de funcionamiento es alta. En dichos procedimientos el desplazamiento se obtiene de una manera independiente del soporte.

— El procedimiento patentado Jetstream, al que se llama más bien transportador de cojines de aire. El Jetstream utiliza unos chorros de aire importantes de escasa presión. El principio de funcionamiento estriba en la acción de chorros de aire sucesivos. Dichos chorros producidos con escasa incidencia con relación a la dirección del transporte levantan y empujan al mismo tiempo los objetos transportados.





# Le lessivage du potassium et du magnésium en colonnes de terre

✂

## Premiers résultats expérimentaux

J. OLIVIN (1) et R. OCHS (1)

La capacité de rétention des sols vis-à-vis des ions, dépend de leur nature, de leur valence et de certaines caractéristiques physico-chimiques des sols eux-mêmes, telles que : teneur en matière organique, minéralogie des argiles, humidité. La fixation peut s'effectuer de façon plus ou moins importante, sous forme « échangeable » par le complexe absorbant constitué par la fraction colloïdale de la matière organique et des argiles (montmorillonite surtout) et pour certains ions sous forme « fixée », beaucoup plus difficilement utilisables par la plante (« rétrogradation » de K), par certaines argiles (illites, principalement).

L'apport d'engrais doit servir à enrichir le complexe absorbant en un élément déficitaire. Mais l'efficacité d'une fumure peut se trouver réduite non seulement à cause des pertes dues à la fixation sous forme peu échangeable, mais également du fait que la capacité d'absorption du complexe absorbant est elle-même limitée. Une partie de l'élément apporté reste alors dans la « solution externe » de sol et peut être perdue par lessivage. Il en résulte donc une perte sur le plan économique.

Le phénomène de lessivage du potassium a été étudié *in situ* par les auteurs et L. Stessels, en Côte-d'Ivoire et au Dahomey. Des parcelles de 25 m<sup>2</sup>, groupées en blocs de Fisher avaient reçu du KCl uniformément réparti aux doses de 0-15-75-150 g/m<sup>2</sup>, qui correspondaient à des apports par palmier d'environ 400 g (dose faible), 2 000 g (dose normale à forte), 4 000 g (dose très forte), pour un épandage réalisé soit sur un rond de 3 m de rayon ( $\approx 28$  m<sup>2</sup>/palmier), soit sur une bande de 6 m de large ( $\approx 27$  m<sup>2</sup>/palmier) dans un interligne sur deux. Le tableau I montre les

différences obtenues entre les quantités de K échangeable retenues par les deux sols dans une couche superficielle de 30 cm d'épaisseur.

Les terres de Barre du Dahomey (sols ferrallitiques moyennement désaturés) ont retenu, après six mois, la totalité du K apporté pour les doses de 75 et 150 g (pour la dose de 15 g, les différences entre les teneurs des parcelles ayant reçu du KCl et celles des parcelles témoins, sont voisines de la précision analytique 0,01 ou 0,02 mé/100 g). Pour les sables tertiaires de Côte-d'Ivoire (sols ferrallitiques fortement désaturés appauvris modaux), le lessivage a été, au contraire, très important dès le premier semestre. Durant cette période, la quantité maximale totale de K assimilable que les sols peuvent retenir (Fig. 1) semble comprise entre 700 et 750 mé (teneur moyenne de 0,20 mé/100 g) quelle que soit la quantité de potassium apportée.

Ces résultats prouvent que, dans certains types de sols, une trop forte concentration d'engrais accroît inutilement les pertes par lessivage. Ainsi, autrefois, on apportait généralement l'engrais sur une couronne de 50 cm de large au maximum et d'un rayon extérieur de 2 m. Pour cette surface d'épandage de 5,50 m<sup>2</sup>, une fumure de 2 000 g/arbre correspondait à une concentration de 363 g/m<sup>2</sup> qui était donc excessive pour les sols de Côte-d'Ivoire. Pour cette raison, les épandages d'engrais sont effectués maintenant soit manuellement sur la totalité de la surface du rond, soit mécaniquement dans l'interligne sur une large bande.

Les essais de lessivage aux champs peuvent donc donner des résultats intéressants, mais ils présentent un certain nombre d'inconvénients : longue durée et variations incontrôlables, dues au site et à la climatologie ; la comparaison d'un nombre important de sols nécessiterait la mise en place d'une expérimentation multilocale difficile, voire impossible à réaliser dans certains cas.

(1) Département Agronomie de l'Institut de Recherches pour les Huiles et Oléagineux (I. R. H. O.), Paris. Article écrit avec la collaboration technique de M. HENRY du Laboratoire central de l'I. R. H. O.

TABLEAU I. — Essai de lessivage du potassium au champ après épandage de KCl

		Côte-d'Ivoire (CI) Sables tertiaires			Dahomey (Dy) Terre de Barre			Pluviométrie cumulée (mm)	
KCL apporté en g/m <sup>2</sup> ..... soit K en mé/m <sup>3</sup> .....		15 201 (100)	75 1 005 (100)	150 2 010 (100)	15 201 (100)	75 1 005 (100)	150 2 010 (100)	CI	Dy
K (en mé) restant (2) dans les 30 cm superficiels après :	6 mois	40 (20)	468 (45)	663 (35)	117 (60)	1 014 (100)	2 145 (105) (1)	732	593
	10 mois	—	—	—	40 (20)	468 (45)	1 326 (65)		1 013
	19 mois	—	—	—	40 (20)	312 (30)	507 (25)		2 083
	24 mois	80 (40)	195 (20)	195 (10)	0 (0)	234 (25)	312 (15)	4 153	2 612

Entre ( ) : pourcentages par rapport aux doses apportées.

(1) Différence de 5 p. 100 due à la précision des analyses.

(2) Calculé d'après les différences entre les teneurs des parcelles ayant reçu du KCl et les parcelles témoins.

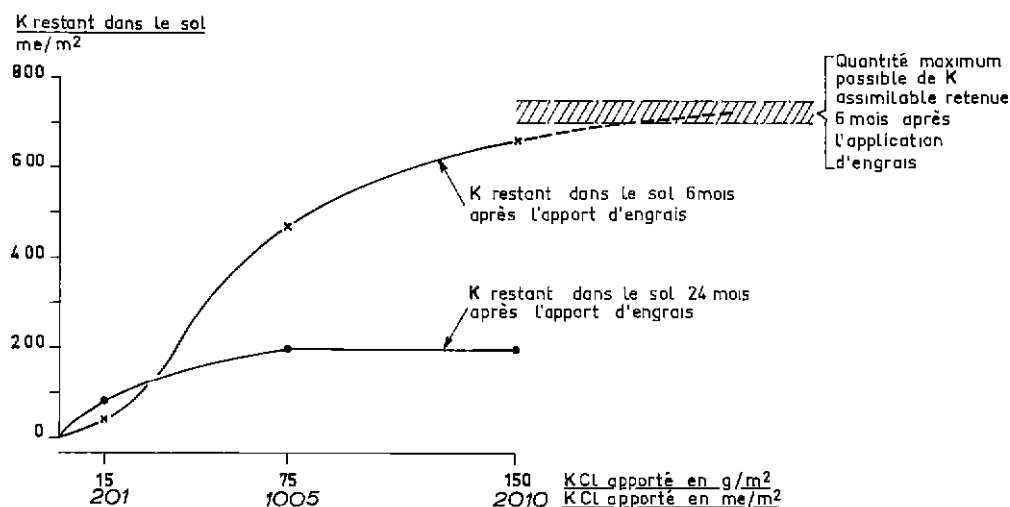


Fig. 1. — Essai aux champs du lessivage du potassium dans les sables tertiaires de Côte d'Ivoire. Couche superficielle 0-30 cm.

Pour remédier à ces inconvénients et accélérer les phénomènes de lessivage et d'échange, l'I. R. H. O. a cherché à mettre au point une méthode de percolation

au travers de colonnes de terre en laboratoire. Le présent article rend compte de deux expériences qui avaient pour but de mettre cette technique à l'épreuve.

## MÉTHODES EXPÉRIMENTALE ET ANALYTIQUE

### 1. — Conditionnement des échantillons de terre.

Les échantillons de terre ont été séchés, tamisés (maille 2 mm) et homogénéisés. Un échantillon représentatif a été constitué pour les analyses physico-chimiques standards.

### 2. — Matériel utilisé.

Pour la première expérience, on a utilisé des pots cylindriques en tôle étamée (hauteur 256 mm, diamètre intérieur 159,5 mm) pouvant contenir 5 kg de terre sèche. La partie inférieure du pot était percée en son centre d'un trou de 10 mm de diamètre. Pour faciliter le drainage et éviter le passage de terre par l'orifice inférieur du pot, on avait disposé dans le fond de celui-ci une couche de sable inerte isolée de la terre et du fond du pot par deux rondelles de toile épaisse.

Pour la deuxième expérience, on a utilisé des colonnes pouvant contenir 2,5 kg de terre, constituées par un cylindre de plastique (hauteur 250 mm, diamètre intérieur 116 mm) soudé sur un fond de même matière et percé en son centre d'un orifice de 10 mm de diamètre. Pour améliorer le drainage, la terre était séparée du fond de la colonne par une rondelle de toile surmontant une couche de billes de verre. Une rondelle de toile avait également été disposée à la surface supérieure de la terre pour éviter le choc direct des gouttes d'eau. Le dispositif a encore été amélioré pour les expériences ultérieures. Un petit robinet à boisseau a été monté sur le fond de la colonne pour régler le débit et une petite coupelle perforée et crantée (hauteur 10 mm, diamètre 36 mm) a été placée au-dessus de l'orifice de drainage, pour éviter au maximum les risques de colmatage.

### 3. — Mise en place des colonnes.

La terre a été versée avec soin dans les colonnes pour obtenir un tassement régulier mais non excessif

(destruction de la micro-structure) afin d'éviter la présence de poches d'air. On avait particulièrement veillé à obtenir un bon contact entre la terre et les parois des colonnes. Les colonnes ont ensuite été immergées dans un cristallisateur pour humecter la terre de bas en haut de façon à éviter la destruction de la structure et la formation de poches d'air ; puis elles ont été mises à drainer jusqu'à la capacité au champ, avec recueil du filtrat (il sera possible pour les expériences ultérieures d'humecter la terre en utilisant un vase de Mariotte grâce au robinet fixé sur le fond des colonnes).

Une faible quantité du filtrat a servi à apporter les engrais en solution à la partie supérieure des colonnes (la répartition étant plus facile à faire à l'état liquide qu'à l'état solide) et le reliquat a été joint aux premières eaux d'arrosage. De cette façon, les éléments entraînés par le drainage lors de la mise à la capacité au champ, ont été restitués sans perte aux colonnes.

On a utilisé deux colonnes par objet afin de vérifier la reproductibilité des résultats.

### 4. — Les arrosages.

Des arrosages préliminaires à blanc, quatre pour la première expérience et un pour la deuxième, ont permis de vérifier le fonctionnement des colonnes. Une fois l'engrais apporté, chaque colonne a reçu une hauteur totale d'eau perméée de 1 000 mm fractionnée en 50 arrosages de 20 mm chacun pour la première expérience et pour la seconde en 25 arrosages de 40 mm, afin de réduire les manipulations et le nombre des analyses. Dans les deux cas, un nouvel arrosage était effectué dès que le drainage relatif au précédent était terminé.

Le lessivage à l'eau a été suivi par des arrosages successifs à l'acétate d'ammonium (pH 7, N) afin de déplacer les éléments assimilables restants et voir si la vitesse de déplacement variait avec les types de sol.

### 5. — Méthodes analytiques.

Les eaux de drainage recueillies après chaque arrosage ont été étendues à un volume constant et une aliquote a été prélevée pour analyse. On a tenté au début de doser directement les éléments dans les percolats aqueux, mais on s'est aperçu qu'il était préférable d'évaporer les aliquotes, de calciner les

résidus solides puis de les reprendre par l'acide chlorhydrique pour permettre une mise en solution complète des éléments.

Les techniques analytiques utilisées sont les suivantes :

— K et Na, par photométrie de flamme,

— Ca et Mg, par spectro-photométrie d'absorption atomique.

## RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX ET DISCUSSION

### EXPÉRIENCE N° 1

#### 1. — But.

On désirait étudier, pour deux sols très différents, le lessivage du K<sup>+</sup> apporté sous forme de chlorure de potasse (KCl) à la dose de 30 g/m<sup>2</sup> (correspondant à une fumure de 1 000 g/arbre épandue sur un cercle de 3,25 m de rayon).

Compte tenu de sa surface (200 cm<sup>2</sup>), chaque colonne (5 kg de terre) a reçu 600 mg de KCl, soit :

— K apporté par colonne : 315 mg ou 8,06 mé.

— K apporté par kg de terre : 63 mg ou 1,61 mé.

#### 2. — Sols étudiés.

Il s'agissait des sols ferrallitiques très désaturés de La Mé en Côte-d'Ivoire (appelés communément sables tertiaires) développés sur les sédiments sableux tertiaires du Continental Terminal et des sols de San Alberto, en Colombie, développés sur des alluvions argileuses récentes. Les échantillons de terre ont été prélevés dans la couche superficielle de 20 cm d'épaisseur qui, pour les sables tertiaires, contient la presque totalité du complexe absorbant constitué en grande partie par la matière organique.

Le tableau II montre les différences entre les deux types de sols. Les sols alluviaux se distinguent des sables tertiaires par :

— un taux d'éléments fins (argile + limon fin), 5,5 fois plus élevé ;

— des teneurs en N total et en matière organique

plus élevées, mais les teneurs en « humus » sont un peu plus faibles ;

— une somme de cations échangeables 5 fois plus élevée (5,01 mé contre 1,07), surtout du fait d'une teneur très élevée en Ca ;

— une teneur en P totale 5,6 fois plus élevée ;

— une réserve en éléments totaux 28 fois plus élevée (279,33 mé contre 10,07 mé).

La minéralogie des argiles diffère également. On sait que la fraction argileuse des sables tertiaires est constituée essentiellement de kaolinite et d'hydroxydes de fer. La nature des argiles n'a pas été déterminée pour les sols alluviaux, mais néanmoins, la forte capacité d'échange des cations (C. E. C.) fait penser que cette argile appartient au groupe des argiles gonflantes (montmorillonite et vermiculite) avec probablement une certaine proportion d'illite.

En effet, si on prend une valeur de la capacité d'échange de 2,6 mé/g pour le « complexe humique » [1], on obtient comme ordre de grandeur de la capacité de la fraction argileuse des sols alluviaux :  $\frac{27 - 2,6 \times 0,68}{27,6} \approx 0,91$  mé/g, qui est à comparer à la capacité d'échange de 1 mé/g des montmorillonites. Il n'est donc pas exclu que les sols alluviaux aient la possibilité de « rétrograder » le K. Le même raisonnement appliqué aux sables tertiaires, en adoptant une C. E. C. de 0,1 mé/g de kaolinite, donne pour 100 g de terre  $7,2 \times 0,1 + 0,84 \times 2,6 \approx 3$  mé/100 g, soit le même ordre de grandeur que la C. E. C. de 5,8 mé donnée par les analyses.

TABLEAU II. — Caractéristiques physico-chimiques des sols étudiés

Sols	Granulométrie p. 100					pH		Matière organique p. 1 000			
	Argile	Limon fin	Limon grossier	Sables fins	Sables grossiers	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	Carbone	Azote total	Acides humiques	Acides fulviques
Sables tertiaires La Mé.....	7,2	3,3	2.3	17.6	69,6	4,70	3.85	11,6	0,94	3.30	5,13
Sols alluviaux San Alberto ...	27,6	31,2	17,5	19,2	4,5	7,90	6.75	22,4	2,44	2,62	4,21

Sols	Cations échangeables mé/100 g						p total ppm	Eléments totaux								
	K	Ca	Mg	Na	C. E. C.			p. 1 000				mé/100 g				
								T	K	Ca	Mg	Na	K	Ca	Mg	Na
Sables tertiaires La Mé .....	0,22	0,36	0,22	0,27	5,80		18	200	0,36	1,12	0,30	0,25	0,92	5,59	2,47	1,09
Sols alluviaux San Alberto....	0,32	4,12	0,40	0,17	27,00		41	1120	18,20	23,00	6,55	14,80	46,54	114,77	53,87	64,35

### 3. — Résultats des lessivages avec l'eau permutée.

#### 3.1. — Reproductibilité des résultats.

Les tableaux III et IV montrent que, durant les 4 arrosages à blanc, le lessivage a été plus faible en moyenne pour les 4 colonnes « témoins » (surtout la colonne T2 des sables tertiaires) que pour les colonnes « engrais ». Comme les échantillons de sols avaient été soigneusement homogénéisés, ces différences proviennent probablement de conditions internes (surface et temps de contact entre les colloïdes et l'eau), variables dues au remplissage et évidemment indépendantes des traitements.

Les différences entre les quantités totales de K, Mg, Ca et Na cédées par les deux colonnes d'un même traitement sont supérieures à 15 p. 100, six fois sur seize. Ceci montre qu'il est préférable d'utiliser deux colonnes par objet, pour améliorer la précision des résultats.

#### 3.2. — Le potassium.

Les 4 arrosages à blanc mettent en évidence un faible pouvoir de rétention des sables tertiaires pour K ; ce pouvoir est beaucoup plus élevé pour les sols alluviaux.

Les quantités de K (mg/kg) cédées par les colonnes « témoins » s'élèvent à :

	Après 4 arrosages à blanc	En fin d'expérience
Sables tertiaires (L. M.).	37,4 (43 p. 100)	87,0 (100 p. 100)
Sols alluviaux (S. A.). . . .	5,4 (20 p. 100)	26,4 (100 p. 100)

D'autre part, malgré un K échangeable plus élevé, la quantité totale de K cédée par les colonnes « témoins » des sols alluviaux est trois fois plus faible que celle cédée par les sables tertiaires.

Après apport du KCl, on constate pour les sables tertiaires un lessivage sensiblement plus intense du K dans les colonnes « engrais », lors des 3<sup>e</sup>, 4<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> arrosages, que dans les colonnes « témoins », ensuite jusqu'à la fin de l'expérience, les colonnes « engrais » libèrent à chaque passage une quantité de K à peine supérieure à celle des colonnes « témoins ». Le 50<sup>e</sup> arrosage a encore libéré du K, mais la quantité recueillie est faible : 0,27 mg/kg pour les colonnes « témoins » et 0,66 mg/kg pour les colonnes « engrais ». A la fin de l'expérience, la quantité totale différentielle de K recueillie (55,6 mg/kg) représente 88 p. 100 du K apporté.

Pour les sols alluviaux, au contraire, les quantités de K libérées par les colonnes « engrais » après apport du KCl, sont pratiquement égales à celles libérées par les colonnes « témoins ». En fin d'expérience, la quantité totale différentielle de K recueillie (2,6 mg/kg), qui ne représente que 4 p. 100 du K apporté, est

TABLEAU III. — Sables tertiaires — Pertes par lessivage à l'eau (par kg de terre)

Nos arrosages	Hauteur d'eau cumulée (mm)	K				Mg			
		KCl		T		KCl		T	
		1	2	1	2	1	2	1	2
Arrosages à blanc . . . . .	80	50,67	78,0	42,65	32,11	13,43	17,17	10,67	6,24
1 . . . . .	100	3,90	4,16	3,63	6,68	0,63	0,64	0,56	1,49
2 . . . . .	120	3,16	2,74	3,24	3,86	0,30	0,31	0,32	0,51
3 . . . . .	140	4,14	4,21	2,34	2,29	0,61	0,61	0,17	0,26
4 . . . . .	160	6,07	5,76	2,19	2,41	0,96	1,05	0,20	0,16
5 . . . . .	180	3,42	3,51	1,68	1,68	0,39	0,39	0,17	0,14
6 . . . . .	200	2,37	2,29	1,36	1,36	0,21	0,19	0,12	0,13
7 . . . . .	220	1,67	2,03	1,47	1,05	0,17	0,18	0,12	0,10
8 . . . . .	240	1,61	1,51	1,05	1,13	0,12	0,13	0,08	0,08
9 . . . . .	260	1,30	1,30	1,39	0,84	0,10	0,10	0,07	0,06
10 . . . . .	280	1,17	1,23	0,86	0,96	0,08	0,09	0,06	0,06
11 à 20 . . . . .	480	12,42	13,69	10,14	9,36	0,92	1,31	0,90	1,05
21 à 30 . . . . .	680	19,00	17,31	11,47	9,06	2,54	2,68	2,64	2,16
31 à 40 . . . . .	880	12,13	8,85	6,46	5,06	1,56	0,97	1,47	1,29
41 à 50 . . . . .	1 080	8,35	6,92	3,34	2,97	0,89	0,81	0,99	0,75
Total mg/colonne . . . . .		131,68	153,51	93,27	80,82	22,91	26,63	18,54	14,48
Moyenne mg . . . . .		142,6		87,0		24,8		16,5	
mé . . . . .		3,65		2,23		2,04		1,36	
p. 100 . . . . .		164		100		150		100	
Différ. : mg . . . . .		55,6				8,3			
Trait.-T mé . . . . .		1,42				0,68			



pratiquement négligeable et certainement voisine des erreurs expérimentales et analytiques.

Les sols alluviaux retiennent donc non seulement énergiquement le K dit « échangeable » mais en plus absorbent ou fixent K apporté. Ces résultats confirment ceux obtenus avec le test de Van Der Marel [2] qui avait mis en évidence, pour ces sols, un pouvoir de fixation élevé du K. Par contre, les résultats obtenus avec les sables tertiaires confirment les essais de lessivage au champ.

### 3.3. — Les autres cations.

L'apport de K a déplacé Mg, Ca et Na dans les deux sols puisque les quantités cédées par les colonnes « engrais » sont supérieures à celles cédées par les colonnes « témoins ». Cependant, ce déplacement a été relativement beaucoup plus important dans les sables tertiaires que dans les sols alluviaux, vis-à-vis à la fois des éléments échangeables initialement présents dans le sol, des quantités cédées par les colonnes témoins et également du K absorbé.

Eléments déplacés en p. 100 des quantités cédées par les colonnes témoins :

	Sables tertiaires	Sols alluviaux
Ca .....	41	8
Mg .....	50	4
Na .....	39	9

Comparaison entre cations échangeables initialement présents et cations déplacés (mé/kg) :

	Sables tertiaires		Sols alluviaux	
	cations échangeables	cations déplacés	cations échangeables	cations déplacés
Ca .....	3,6	1,35	41,2	3,03
Mg .....	2,2	0,68	4,0	0,50
Na .....	2,7	1,42	1,7	0,13
Total	8,5 (100)	3,45 (41)	46,9 (100)	3,66 (8)

Estimation du K absorbé (mé/kg) :

	Sables tertiaires	Sols alluviaux
K apporté.....	1,61	1,61
K récupéré .....	1,42	0,07
(colonne engrais - témoin)		
K absorbé.....	0,19	1,54

Pour les sables tertiaires, l'apport de KCl a donc entraîné une acidification nette du sol tandis que pour les sols alluviaux celle-ci a été beaucoup plus faible.

Les colonnes « témoins » des sols alluviaux ont libéré au total 8,5 fois plus de Mg, 12 fois plus de Ca et 2,5 fois moins de Na que les colonnes « témoins » des sables tertiaires.

### 3.4. — Discussion.

La dynamique des cations sous l'effet du lessivage à l'eau est donc totalement différente pour les 2 sols.

TABEAU IV. — Sols alluviaux — Pertes par lessivage à l'eau (par kg de terre)

Nos arrosages	Hauteur d'eau cumulée (mm)	K				Mg			
		KCl		T		KCl		T	
		1	2	1	2	1	2	1	2
Arrosages à blanc	80	5,47	10,11	4,03	6,80	19,79	18,19	15,49	12,11
1	100	0,50	0,76	0,79	1,22	3,01	3,36	3,67	3,74
2	120	0,89	0,64	0,88	0,73	4,69	3,43	3,82	3,08
3	140	0,57	0,74	0,77	0,64	3,56	3,72	3,41	2,87
4	160	0,68	0,73	0,72	0,91	3,19	3,23	3,30	2,60
5	180	0,52	0,66	0,43	0,48	3,19	3,23	3,00	2,65
6	200	0,56	0,47	0,47	0,52	3,00	3,34	3,03	2,51
7	220	0,43	0,93	0,57	0,47	2,53	3,22	2,75	2,40
8	240	0,59	0,57	0,51	0,61	2,53	2,63	2,54	2,21
9	260	0,49	0,55	0,59	0,34	2,13	2,49	2,25	2,17
10	280	0,59	0,64	0,47	0,51	2,22	2,19	2,16	1,94
11 à 20	480	4,88	5,63	4,73	5,09	24,03	22,53	23,84	22,66
21 à 30	680	3,26	3,69	3,19	3,76	26,59	26,22	28,04	25,62
31 à 40	880	3,05	3,42	3,32	3,36	27,39	27,80	29,24	27,95
41 à 50	1 080	2,85	3,07	2,84	3,06	18,99	20,52	19,44	20,23
Totaux mg/colonne ...		25,33	32,61	21,31	28,50	146,84	146,10	145,98	134,74
Moyenne mg.....		29,0		26,1		146,5		140,4	
mé .....		0,74		0,67		12,04		11,54	
p. 100 .....		110		100		104		100	
Différ. mg.....			2,6				6,1		
Trait.-T mé .....			0,07				0,50		
		Ca				Na			
		KCl		T		KCl		T	
		1	2	1	2	1	2	1	2
Totaux mg/colonne .....		869,15	827,42	801,64	773,53	38,00	35,70	36,01	31,58
Moyenne mg.....		848,3		787,6		36,9		33,8	
mé .....		42,33		39,30		1,60		1,47	
p. 100 .....		108		100		109		100	
Différ. mg.....			60,7				3,1		
Trait.-T mé .....			3,03				0,13		

Cette différence est due à la composition physico-chimique.

La faible C. E. C. des sables tertiaires (teneurs peu élevées en matière organique et en argile à faible capacité de rétention) permet d'expliquer la mobilité du K apporté par le KCl. D'autre part, dans des sols acides, comme les sables tertiaires, il serait possible que  $H^+$  déplace  $K^+$  du complexe absorbant, ce qui contribuerait à expliquer la perte élevée en K des colonnes « témoins ».

La C. E. C. des sols alluviaux est beaucoup plus élevée ; elle a donc un pouvoir d'absorption plus important. Cependant, les lessivages répétés en appauvrissant la solution libre du sol en K devraient théoriquement entraîner une libération compensatrice du K absorbé par le complexe absorbant pour rééquilibrer la concentration de la solution du sol. En réalité, les sols alluviaux libèrent moins de K échangeable que les sables tertiaires pourtant moins riches en cet élément et retiennent pratiquement tout le K apporté.

On peut voir, dans ce phénomène, une conséquence de la présence d'une forte concentration en Ca dans la solution du sol et du pH élevé qui, en présence de certaines argiles (illites), favoriseraient la rétrogradation du K. Si on admet que les rapports entre les quantités totales lessivées sont représentatives des solutions de sol, on peut calculer les coefficients de sélectivité S pour chacun des sols [3].

$$S = \frac{K/Ca \text{ (phase solide)}}{K/Ca \text{ (phase liquide)}}$$

En exprimant K et Ca en mg/kg, la formule donne pour les colonnes « témoins » :

$$\text{sables tertiaires : } S = \frac{2,2/3,6}{2,23/3,27} = \frac{0,611}{0,682} = 0,9$$

$$\text{sols alluviaux : } S = \frac{3,2/41,2}{0,67/39,30} = \frac{0,078}{0,017} = 4,59$$

S, qui est plus élevé pour les sols alluviaux que pour les sables tertiaires, montre que K est plus fortement absorbé par les alluvions. Pour les sables tertiaires, les rapports cationiques sont pratiquement identiques, pour la solution de sol et les colloïdes.

La même formule appliquée à Mg et Ca, soit :

$$S = \frac{Mg/Ca \text{ (phase solide)}}{Mg/Ca \text{ (phase liquide)}}$$

donne, pour les colonnes témoins :

- sables tertiaires :  $S = 1,47$ ,
- sols alluviaux :  $S = 0,34$ .

Elle montre que le complexe absorbant des sables tertiaires retient plus fortement Mg que celui des alluvions.

Les conclusions de cette étude concordent donc avec les connaissances acquises sur la nutrition du palmier à huile. Les sables tertiaires libèrent K facilement et il n'y a pas de déficience potassique aussi longtemps que les teneurs du complexe absorbant, enrichi momentanément par la décomposition des andains, ne tombent pas au-dessous d'un minimum [2]. Il arrive fréquemment, en effet, que l'on puisse différer le premier apport d'engrais potassique jusqu'à l'âge de 6 ou 7 ans, pour les plantations de Côte-d'Ivoire. Les sols alluviaux, au contraire, malgré

des réserves importantes, mettent très lentement K à la disposition de la plante comme le confirment les teneurs des feuilles qui atteignent difficilement le niveau critique, même après une fertilisation potassique.

Seule une fumure extrêmement forte permettrait peut-être d'augmenter sensiblement les teneurs des feuilles. La forte concentration en Ca de la solution de sol pour les alluvions et l'antagonisme Ca-Mg expliquent probablement l'existence d'une déficience magnésienne fréquente sur ce type de sol malgré une libération assez élevée de Mg.

#### 4. — Résultats des lessivages avec une solution d'acétate d'ammonium.

Vingt-deux arrosages, correspondant à une hauteur d'eau de 20 mm chacun (440 mm au total), ont été effectués avec une solution d'acétate d'ammonium, afin de déplacer les cations échangeables restant après le lessivage à l'eau. Les résultats obtenus confirment les conclusions précédentes.

Pour les sables tertiaires, les courbes cumulées (1) pour K et Mg, qui tendent asymptotiquement vers un maximum, montrent que le déplacement de ces cations est presque complet. Les colonnes « engrais » cèdent 20,3 mg (0,52 mé) de K de plus que les colonnes « témoins ». Pour l'ion Ca (l'ion le moins mobile), la forme de la courbe cumulée indique que le déplacement n'est pas terminé après le 22<sup>e</sup> arrosage. Le déplacement de Na n'est pas terminé non plus mais les quantités totales mises en jeu sont faibles (1,6 mg/kg).

Sables tertiaires. — Lessivage à l'acétate d'ammonium :

	Quantité moyenne recueillie par arrosage (mg/kg)		Quantité recueillie lors du dernier arrosage (mg/kg)	
	C. Engrais	C. Témoin	C. Engrais	C. Témoin
K .....	1,73	0,80	1,19	0,17
Ca .....	1,63	1,57	0,90	0,70
Mg .....	0,46	0,52	0,09	0,14
Na .....	0,08	0,07	0,06	0,02

Pour les sols alluviaux au contraire, la solution d'acétate d'ammonium n'a pu déplacer K en totalité et même les quantités recueillies augmentent avec les numéros d'ordre des arrosages. Le K échangeable, énergiquement fixé, n'est donc libéré que très progressivement ; et même les colonnes engrais ne cèdent que 3,7 mg (0,10 mé) de plus que les colonnes « témoins ». La forme des courbes cumulées montre que le déplacement du Ca et du Mg ne se ralentit pas sensiblement jusqu'au 22<sup>e</sup> arrosage. Les quantités de Na récupérées sont faibles.

Sols alluviaux. — Lessivage à l'acétate d'ammonium :

	Quantité moyenne recueillie par arrosage (mg/kg)		Quantité recueillie lors du dernier arrosage (mg/kg)	
	C. Engrais	C. Témoin	C. Engrais	C. Témoin
K .....	0,87	0,70	1,67	1,25
Mg .....	7,44	6,96	7,66	7,12
Na .....	0,13	0,12	0,07	0,09
Ca .....	29,65	30,34	34,80	36,49

(1) Qui ne sont pas données dans cet article.

## EXPÉRIENCE N° 2

## 1. — But.

On désirait étudier la dynamique de Mg dans les sols alluviaux de Colombie car la déficience magnésienne est fréquente dans la plantation de palmiers à huile de San Alberto. Comme ces sols induisent également une carence chlorée, on a comparé les deux formes : sulfate de magnésium  $\text{SO}_4\text{Mg} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  et chlorure de magnésium  $\text{Cl}_2\text{Mg} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , ce dernier type d'engrais ayant l'avantage d'apporter les deux ions déficitaires.

La concentration à l'unité de surface a été la même que celle utilisée en plantation (1 500 g de kiesérite à 19,3 p. 100 de Mg ou 2 300 g de  $\text{Cl}_2\text{Mg}$  à 12,7 p. 100 de Mg épandus sur un rond de 2 m de rayon) qui apporte 23,13 g de Mg/m<sup>2</sup>.

Compte tenu de leur surface, les colonnes qui contenaient 2,5 kg de terre ont reçu :

— 2,19 g de  $\text{Cl}_2\text{Mg} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , soit 105 mg de Mg/kg de terre = 8,63 mé, ou

— 2,65 g de  $\text{SO}_4\text{Mg} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , soit 105 mg de Mg/kg de terre = 8,63 mé.

## 2. — Résultats des lessivages à l'eau et avec une solution d'acétate d'ammonium.

## 2.1. — Reproductibilité des résultats.

Le tableau V montre que les différences entre les quantités cédées par les deux colonnes du même trai-

tement sont encore supérieures à 10 p. 100, quatre fois sur douze. Comme l'a déjà montré l'expérience N° 1, il est préférable d'avoir deux colonnes par objet.

Malgré le changement de colonnes entre l'expérience N° 1 et l'expérience N° 2, on constate néanmoins une bonne similitude entre les quantités moyennes de Na (ion mobile) cédées par les colonnes « témoins ». Par contre, pour l'expérience N° 2, durant laquelle le drainage a été beaucoup plus rapide, les quantités de K, Mg et Ca cédées ont été plus faibles, de l'ordre de 15 p. 100. Pour obtenir des résultats comparables entre plusieurs séries d'expériences, il semble donc indispensable de standardiser au maximum le mode opératoire et en particulier le temps de contact sol-solution (contrôle du débit par un robinet placé à la base de la colonne). Pour comparer les résultats de deux séries différentes, il est préférable d'utiliser un témoin commun.

Quantités cédées par les colonnes témoins (mg/kg) :

	Expérience N° 1	Expérience N° 2
K .....	26,4 (100)	19,6 (74)
Ca .....	787,6 (100)	586,8 (75)
Mg .....	140,4 (100)	108,8 (77)
Na .....	33,8 (100)	31,7 (94)

## 2.2. — Le magnésium.

Il existe un pic de passage du Mg au 2<sup>e</sup> arrosage pour les trois objets ; il est plus important pour les traitements ayant reçu du Mg. Ensuite, du 6<sup>e</sup> au 16<sup>e</sup>

TABLEAU V. — Sols alluviaux — Comparaisons  $\text{SO}_4\text{Mg}-\text{Cl}_2\text{Mg}$  — Pertes par lessivage à l'eau (par kg de terre)

N° Arrosages	Hauteur d'eau cumulée	K			Mg		
		$\text{SO}_4\text{Mg}$	$\text{Cl}_2\text{Mg}$	T	$\text{SO}_4\text{Mg}$	$\text{Cl}_2\text{Mg}$	T
Lessivage à blanc	40	0,49	0,62	0,49	1,83	1,88	2,39
1	80	1,99	2,15	1,58	8,19	8,63	5,98
2	120	2,40	2,96	1,86	14,79	16,41	10,26
3	160	1,53	2,33	1,49	12,47	13,81	7,93
4	200	1,71	1,58	1,33	8,99	8,93	6,02
5	240	2,22	1,28	1,24	7,33	7,84	5,92
6	280	1,56	1,19	1,11	5,99	6,22	5,01
7	320	1,00	0,86	0,83	4,86	4,85	4,26
8	360	0,79	0,66	0,74	4,57	4,09	3,80
9	400	0,74	0,74	0,83	4,41	3,89	3,68
10	440	1,49	1,27	1,39	5,17	4,94	4,58
11 à 15	640	3,33	3,45	3,21	21,12	18,13	17,98
16 à 20	840	2,73	2,81	1,76	20,90	15,98	15,98
21 à 25	1 040	2,33	1,75	1,79	26,38	14,48	15,05
Totaux mg/kg { 1 <sup>re</sup> colonne .....		25,06	23,42	18,89	140,61	137,82	117,40
2 <sup>e</sup> colonne .....		23,51	23,80	20,35	153,32	122,24	100,21
Moyenne mg/kg .....		24,3	23,6	19,6	147,0	130,0	108,8
mé .....		0,62	0,60	0,50	12,09	10,69	8,95
p. 100 .....		124	120	100	135	119	100
Différence mg .....		4,7	4,0	—	38,2	21,2	—
Trait.-T mé .....		0,12	0,10	—	3,14	1,74	—
		Ca			Na		
		$\text{SO}_4\text{Mg}$	$\text{Cl}_2\text{Mg}$	T	$\text{SO}_4\text{Mg}$	$\text{Cl}_2\text{Mg}$	T
Totaux { 1 <sup>re</sup> colonne .....		769,94	701,14	609,32	32,05	33,15	34,41
2 <sup>e</sup> colonne .....		904,00	670,75	564,32	33,92	32,14	28,82
Moyenne mg/kg .....		837,0	685,9	586,8	33,0	32,6	31,7
mé .....		41,77	34,22	29,28	1,43	1,42	1,38
p. 100 .....		143	117	100	104	103	100
Différence mg .....		250,2	99,1	—	1,3	0,9	—
Trait.-T mé .....		12,49	4,94	—	0,05	0,04	—

arrosage, les trois objets cèdent chaque fois à peu près les mêmes quantités de Mg ; cette quantité augmente ensuite à nouveau pour l'objet  $\text{SO}_4\text{Mg}$  vers le 16<sup>e</sup> arrosage, sans qu'il soit possible de l'expliquer. Les quantités différentielles totales recueillies pour les objets  $\text{SO}_4\text{Mg}$  et  $\text{Cl}_2\text{Mg}$  montrent que Mg est fixé par le sol puisqu'elles ne représentent respectivement que 36 p. 100 et 20 p. 100 du Mg apporté. Il semblerait que la rétention soit plus faible quand Mg est apporté sous forme de sulfate que lorsqu'il est apporté sous forme de chlorure.

Après 20 arrosages complémentaires à l'acétate d'ammonium (correspondant à une hauteur d'eau de 800 mm au lieu de 440 mm pour la première expérience), on obtient les résultats suivants.

Quantités recueillies de Mg, en mg/kg :

Objets	Après lessivage à l'eau	Après lessivage à l'acétate	Total	Différence avec T
—	—	—	—	—
$\text{SO}_4\text{Mg}$ .	147	410	557	120
$\text{Cl}_2\text{Mg}$ .	130	429	559	122
T ....	109	328	437	—

Il semblerait que les lessivages à l'eau et à l'acétate aient entraîné l'équivalent de tout le Mg apporté (105 mg) plus une certaine partie du Mg échangeable initial. Mg est donc beaucoup moins énergiquement retenu par les sols alluviaux de Colombie que K qui serait donc bien soumis à un phénomène de rétrogradation.

### CONCLUSION

Pour pouvoir étudier la dynamique des éléments apportés aux sols sous forme d'engrais, sans avoir à supporter les contraintes matérielles de l'expérimentation au champ, l'I. R. H. O. s'est tourné vers la méthode de percolation en colonnes de terre au laboratoire. Après certains tâtonnements, on a pu mettre au point un dispositif expérimental satisfaisant qui permet d'évaluer l'intensité des phénomènes de lessivage et de fixation des éléments dans les sols. La méthode appliquée à deux sols de Côte-d'Ivoire et de Colombie a confirmé en quelques semaines les résultats d'études antérieures faites au champ sur le lessivage de la potasse, alors que celles-ci avaient duré deux ans.

Les résultats expérimentaux obtenus, variables selon la nature des sols, s'accordent assez bien avec les connaissances que l'on a acquises sur la nutrition minérale (potassique et magnésienne) des palmiers à huile et permettent même d'expliquer certaines contradictions constatées entre les résultats des analyses classiques de sols et le comportement des palmiers. Ainsi, l'expérience N° 1 a montré que, non seulement les sols alluviaux de Colombie libéraient le K échangeable très lentement, mais qu'en plus ils fixaient énergiquement le K apporté sous forme d'en-

### 2.3. — Les autres cations.

Il existe également un pic de passage au 2<sup>e</sup> arrosage qui est peu marqué pour K, mais très net pour Na. Pour Ca, il existe plusieurs pics successifs, le plus important se situant au 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> ou 4<sup>e</sup> arrosage selon les traitements. Il semblerait que Mg déplace K et Ca du complexe absorbant, principalement quand il est apporté sous forme de sulfate. Na, qui est de toutes façons un cation très mobile, est moins influencé.

Comme pour l'expérience N° 1, et malgré une quantité utilisée plus importante, la solution d'acétate d'ammonium n'a pu épuiser le complexe absorbant en aucun des cations.

### 3. — Discussion.

Les deux expériences montrent que pour obtenir une reproductibilité satisfaisante des résultats entre deux séries d'essais, il est nécessaire de standardiser la méthode. D'autre part, il est préférable de mettre en jeu deux colonnes par traitement.

La deuxième expérience montre que le pouvoir de rétention des sols alluviaux de Colombie, pour Mg, est beaucoup plus faible que pour K (qui est retenu énergiquement dans les deux essais). Le passage de Mg en solution serait néanmoins relativement lent, surtout quand il est apporté sous la forme chlorure. Une expérience mise en place en 1970 à San Alberto n'a cependant pas encore montré de différence sur l'assimilation de Mg par les palmiers selon la forme de l'engrais magnésien.

grais. Ce résultat permet d'expliquer que les teneurs en K des feuilles soient relativement moyennes pour des palmiers plantés sur des sols cependant riches en K et que la fumure potassique ait peu d'effet.

On ne peut évidemment assimiler totalement et surtout sur le plan quantitatif les phénomènes observés en colonnes, où la terre est toujours saturée d'eau, à la dynamique réelle des éléments dans le sol en place où les modifications d'humidité interne amènent des cycles successifs de fixation et de mise en solution des éléments. Les premiers résultats expérimentaux montrent néanmoins que cette méthode peut être utilisée pour étudier les problèmes de concentration optimum d'engrais à l'unité de surface (rentabilisation des fumures), aider à comprendre certains aspects de la nutrition des plantes et peut-être même à prévoir quel sera leur comportement sur de nouveaux sols en se référant à quelques témoins bien connus.

Il serait de plus intéressant d'étudier si cette méthode ne peut être considérablement simplifiée en réduisant très sensiblement le volume de la colonne de terre et en utilisant des filtres en verre fritté. Cette variante permettrait d'accélérer le lessivage mais les phénomènes de déplacement seront peut-être par trop différents de ce qu'ils sont *in situ*.

### BIBLIOGRAPHIE

- [1] DUCHAUFOR Ph. (1965). — *Précis de Pédologie*, Paris, Masson et Cie, éd. p. 80.
- [2] OLIVIN J. et QUEMENER J. (1972). — Application aux sols de palmer à huile de la technique Stanford et de Meit pour l'extraction du potassium. *Oléagineux*, 27, 3, p. 127-138 (bilingue français-anglais).
- [3] HELLER R. (1969). — *Biologie végétale. II. Nutrition et métabolisme*, Paris, Masson et Cie, éd., 578 p.



# Irrigation des cocotiers à l'eau salée

M. POMIER (1) et C. BRUNIN (2)

## INTRODUCTION

En 1969, afin de combler partiellement son déficit en semences de cocotiers hybrides, la Côte-d'Ivoire décidait d'irriguer 140 ha de champs semenciers.

Sur ces 140 ha, 55 ha avaient été plantés sur des formations sableuses (3) et, depuis 1970, ils sont irrigués avec l'eau du Canal d'Assinie qui possède la particularité de devenir saumâtre en saison sèche. En effet, le réseau des lagunes du Sud-Est de la Côte-d'Ivoire est en communication avec la mer par l'embouchure du Bandama à Grand-Lahou, le Canal de Vridi et les passes de Grand Bassam et d'Assinie.

De plus, la concentration en sel de l'eau de la lagune augmente avec l'avancement de la saison sèche du fait de l'évaporation plus grande, et par suite de la diminution des précipitations et des débits des fleuves qui l'alimentent (Comoë et Bandama). En fin de saison sèche, cette eau contient plus de 15 g de sels par litre, principalement constitués par des chlorures de sodium et de magnésium (Tabl. I).

TABLEAU I

Analyse de l'eau du Canal d'Assinie  
(Echantillon prélevé en avril 1970)

pH	7,2	
Résistivité à 20 °C	41	milliohms/cm
Ca	10	mé/l
Mg	49	mé/l
Na	228	mé/l
K	5,5	mé/l
Cl	272	mé/l
SO <sub>4</sub>	28	mé/l
CO <sub>3</sub> H	7	mé/l
CO <sub>3</sub>	0	

Certes, le cocotier est une plante très tolérante au chlorure de sodium, surtout s'il est planté sur des formations sableuses très filtrantes, mais néanmoins une parcelle témoin non irriguée fut mise en observation afin de mettre en évidence d'éventuels effets particuliers de l'eau salée sur les cocotiers. Le but de la note ci-après est de présenter d'une part les observations réalisées sur l'évolution de ce champ semencier irrigué pendant trois ans avec de l'eau salée, et d'autre part les conclusions que l'on peut en tirer.

## 1. — MODALITÉS D'IRRIGATION

Les arbres irrigués sont des cocotiers Nains émasculés pour la production de semences hybrides par pollinisation assistée. L'irrigation de ce champ semencier a été conduite sur les bases suivantes :

— valeur de l'évapotranspiration potentielle : 5 mm/jour ;

— réserve du sol estimée à 100 mm à la suite des travaux de Boyer (1965) ;

— déclenchement de l'irrigation lorsque les réserves du sol sont descendues à 60 mm ;

— apport de 60 mm d'eau par tour d'arrosage au moyen de rampes perforées disposées au milieu de l'interligne et sur une bande de 10-12 m de large.

Les apports d'eau sont donc fonction de bilans journaliers effectués d'une part entre les apports naturels et l'irrigation, et d'autre part l'E. T. P. [Surre, 1968].

En outre, les quantités d'eau réellement apportées sont supérieures à l'E. T. P. afin d'éviter une concentration trop élevée des solutions du sol.

Au cours des trois campagnes d'irrigation, les apports d'eau ont été les suivants :

— Décembre 70 à avril 71 :  $8 \times 60 \text{ mm} = 480 \text{ mm}$ .

— Décembre 71 à mars 72 :  $8 \times 60 \text{ mm} = 480 \text{ mm}$ .

— Décembre 72 à avril 73 :  $9 \times 60 \text{ mm} = 540 \text{ mm}$ .

Ils ont toujours été supérieurs au déficit hydrique des campagnes correspondantes (4).

Si on admet une teneur moyenne de 10 g/l de matières minérales, une irrigation de 480 mm d'eau apporte donc 48,0 t de matière minérale par hectare arrosé ou encore 300 kg par arbre (densité : 160 a/ha).

Toute cette matière minérale ne reste pas cependant au niveau du système racinaire absorbant. Il existe un entraînement vers les couches profondes du sol par suite d'un apport excédentaire d'eau lors des irrigations. Il se produit également un lessivage par les eaux de pluies de mai à novembre, mois pendant lesquels les précipitations sont de l'ordre de 1 500 à 1 800 mm. Ces actions conjuguées expliquent pourquoi les répercussions sur la composition minérale de feuilles demeurent, comme nous le verrons, relativement limitées.

## 2. — ACTION SUR LA NUTRITION MINÉRALE

Pour étudier l'effet de l'irrigation à l'eau saumâtre sur la nutrition minérale des cocotiers, nous disposons de trois séries de résultats d'analyses foliaires :

a) D. F. mensuels sur cocotiers Nains Jaunes irrigués avec de l'eau douce ;

b) D. F. mensuels sur cocotiers Nains Jaunes et Nains Rouges irrigués à l'eau salée ;

c) D. F. sur l'essai 62 qui compare des arbres irrigués à l'eau salée à des arbres non irrigués.

En l'absence de dispositifs expérimentaux précis, il est difficile de tirer des conclusions rigoureuses, mais on peut néanmoins, en comparant l'évolution des

(1) Chargé de recherches à l'I. R. H. O.

(2) Directeur de la Station I. R. H. O. de Port Bouet, Côte-d'Ivoire.

(3) Ces formations contiennent 99 p. 100 d'éléments de dimensions égales ou supérieures à 200  $\mu$ .

(4) Décembre 70-avril 71 : Déficit 379 mm.  
Décembre 71-avril 72 : Déficit 249 mm.  
Décembre 72-avril 73 : Déficit 322 mm.

teneurs en éléments minéraux des différentes séries de données présentées plus haut et reproduites en figure 1, dégager un certain nombre de conclusions.

L'eau d'irrigation puisée dans le Canal d'Assinie contient principalement des chlorures de magnésium et de sodium ; de ce fait, elle provoque une élévation des niveaux de Mg, Cl et Na des feuilles.

Son effet est si net que depuis un an on a suspendu les apports de magnésium sur les cocotiers Nains exigeants en cet élément et très sensibles au déséquilibre K-Mg (Tabl. II).

En outre, au bout de deux campagnes les teneurs en sodium ont doublé sur les Nains Jaunes irrigués à l'eau salée.

Les Nains Jaunes irrigués à l'eau saumâtre ont des teneurs en chlore un peu plus élevées que ceux irrigués à l'eau douce. On observe par contre (Fig. 1) de nettes différences, à l'avantage des premiers, entre Nains rouges et Nains Jaunes irrigués à l'eau saumâtre, de même qu'entre cocotiers irrigués à l'eau salée (Cl = 0,756, F 14) et cocotiers non irrigués (Cl = 0,487, F 14) (Tabl. III).

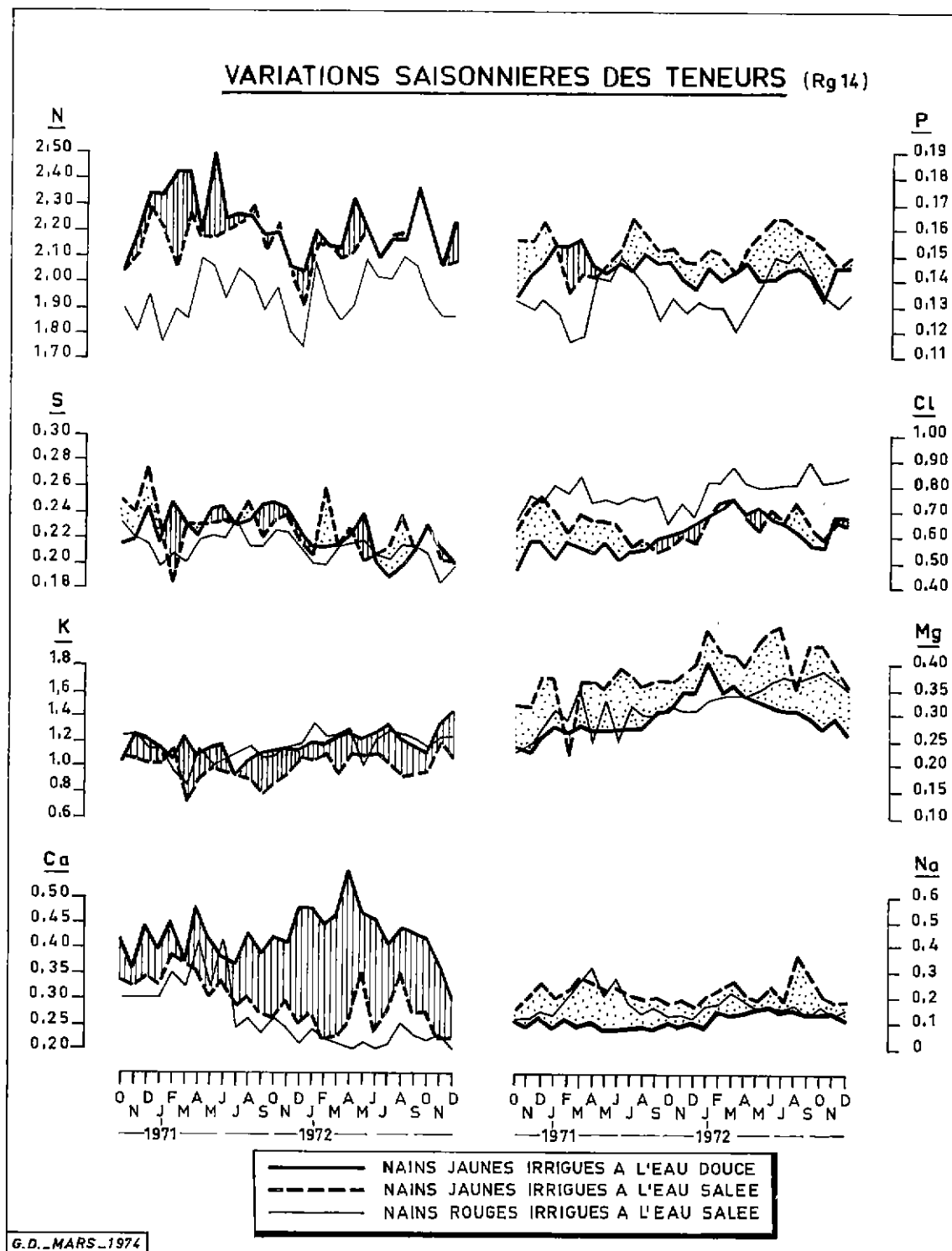


Fig. 1.

TABLEAU II

Action de l'eau saumâtre sur les teneurs en K et en Mg des feuilles de rang 14 (en p. 100 de M. S.)

Années	Cocotiers irrigués à l'eau douce				Cocotiers irrigués à l'eau salée			
	Fumure magnésienne (Kiesérite)	Fumure potassique (KCl)	Teneurs en K	Teneurs en Mg	Fumure magnésienne (Kiesérite)	Fumure potassique (KCl)	Teneurs en K	Teneurs en Mg
1970								
Janvier	1,5 kg	2,6 kg	0,978	0,325	2,5 kg	1,0 kg	1,363	0,186
Juillet			1,143	0,290			1,107	0,297
1971								
Janvier	1,5 kg	2,5 kg	1,151	0,275	1,5 kg	2,0 kg	1,019	0,378
Juillet			0,937	0,265			0,930	0,376
1972								
Janvier	1,25 kg	2,5 kg	1,193	0,409	0,5 kg	2,5 kg	1,051	0,467
Juillet			1,315	0,314			1,012	0,479
1973								
Janvier	—	—	—	—	—	—	1,153	0,432
Juillet							—	—

Remarque : Les fumures sont exprimées en kg d'engrais par arbre et par an. Les fumures azotées sont les suivantes :  
 1970 : 1 kg urée par arbre sur l'ensemble de la cocoteraie.  
 1971 : 1 kg urée sur irrigation eau douce ; 1,5 kg sur irrigation eau salée.  
 1972 : 2 kg sulfate d'ammoniaque sur toute la cocoteraie + 1 kg d'urée sur irrigation eau salée.

TABLEAU III

Analyse foliaire F 14

	N	P	K	Ca	Mg	Na	Cl	S
Non arrosés .....	2,11	0,114	1,181	0,256	0,189	0,066	0,487	0,186
Arrosés .....	2,04	0,122	1,069	0,233	<b>0,363</b>	<b>0,135</b>	<b>0,756</b>	0,198

Enfin, l'élévation concomitante des teneurs en Na et Mg associée à un niveau de nutrition potassique élevé provoque une forte diminution des teneurs en calcium des feuilles qui tombent à 0,164 au début de la troisième campagne d'irrigation (Nains Rouges Cameroun) ; si cet effet dépressif sur les teneurs en calcium s'accroît, il faudra envisager un moyen d'y remédier. Cet effet dépressif est bien plus accentué sur les Nains Rouges que sur les Nains Jaunes car, recevant les fumures potassiques identiques, les Nains Rouges ont toujours des teneurs en K supérieures à celles des Nains Jaunes (Fig. 1).

Cette différence de composition des feuilles entre les deux types de Nains revêt un caractère assez général, les teneurs en N et P des Nains Rouges sont toujours systématiquement inférieures à celles des Nains Jaunes.

Le tableau III compare les teneurs en éléments minéraux des arbres irrigués à l'eau saumâtre et celles de ceux qui ne sont pas irrigués ; les résultats précédemment décrits sont confirmés.

### 3. — ACTION SUR LES OUVERTURES STOMATIQUES

Les mesures d'ouvertures stomatiques effectuées selon la méthode décrite par Ochs et Wormer (1959) ont toujours donné des chiffres d'ouvertures faibles même le lendemain d'un arrosage, alors que sur un autre champ semencier irrigué avec de l'eau douce,

les résultats ont toujours été satisfaisants (9 à 10). Ce résultat est certainement en relation avec la pression osmotique élevée, provoquée par la forte teneur de l'eau en sels.

### 4. — ACTION SUR LA VÉGÉTATION

Avant d'entreprendre l'irrigation, le sol était entièrement couvert de *Centrosema*. Durant la saison sèche, ce *Centrosema* est partiellement brûlé par l'eau d'irrigation. Ensuite, il repousse partiellement durant la saison des pluies. Après trois campagnes d'irrigation, la végétation est composée principalement de *Centrosema*, de graminées basses et de Cyperacées. Mais seules les Cyperacées ne brûlent pas durant la période d'irrigation.

Les cocotiers, quant à eux, n'ont jamais présenté aucun symptôme de toxicité, même en fin de saison sèche lorsque les teneurs en sels sont à leur maximum.

### 5. — ACTION SUR LA PRODUCTION

Les premières noix ont été récoltées dans le courant de l'année 1970 et les enregistrements de production ont commencé en 1971. L'irrigation a eu un effet quasi immédiat sur l'émission d'inflorescences et sur la production en nombre de noix ; en effet, pendant la saison sèche, on assiste assez souvent à des chutes de

noix immatures. Cet accident peut être évité par apport complémentaire d'eau comme cela a été confirmé sur une autre expérience d'irrigation.

Il apparaît donc que l'irrigation exerce dès le début une action positive sur la production en nombre de noix ; l'action de l'irrigation sur le coprah par noix n'a pu être examinée étant donné qu'il s'agissait d'arbres producteurs de semences.

Les répercussions bénéfiques sur le plan de la production ne sont pas dramatiques sur le plan physiologique après 3 années d'irrigation. En présence de fumures potassiques qui restent raisonnables, l'élevation des teneurs en Mg (certes un peu fortes) et en Na se fait surtout au détriment de Ca dont le rôle n'est pas bien connu. Les teneurs en chlore évoluent entre 0,6 et 0,7, niveau qui n'a rien d'excessif.

TABLEAU IV

**PB ES 62 — Action de l'irrigation sur la production**

Années	Nombre d'inflorescences par arbre et par an				Nombre noix/arbre/an			
	+		—		+		—	
1970..	6,5	100	6,5	100	—	—	—	—
1971..	12,7	128	9,8	100	31,2	132	23,6	100
1972..	11,8	99	11,9	100	73,4	131	56,1	100
1973..	4,2	110	3,8	100	94,6	160	59,9	100

Remarque : Pour 1973, le nombre d'inflorescences/arbre/an porte sur les 4 premiers mois de l'année (saison sèche).

**CONCLUSION**

Les résultats exposés ci-dessus doivent être interprétés avec prudence car l'effet de l'irrigation sur la

production n'a été mesuré que sur une seule répétition. Cependant, nous pouvons affirmer que l'irrigation d'une cocoteraie plantée sur sable grossier, avec une eau dont la salinité atteint la moitié de celle de l'eau de mer n'est pas néfaste aux cocotiers mais qu'elle est positive sur la production (Tabl. IV).

En outre, il faut tenir compte des points suivants :

— Ce mode d'irrigation n'est possible que sur les sols dépourvus d'argile.

Cette constatation a déjà été faite par Menon et Pandalai (1958) qui rapportent que, sur les sables côtiers de la côte Est de l'Inde et de Ceylan, une irrigation à l'eau de mer améliore l'aspect végétatif et la production des arbres. Sur les sols lourds, l'emploi d'eau de mer provoque par contre des effets néfastes.

— Il faut des apports élevés en eau pour maintenir la pression osmotique à un niveau assez bas, ce qui augmente le coût de l'irrigation.

— Le matériel d'irrigation utilisé, tubes en alliage léger avec embouts galvanisés, n'est pas adapté à cette salinité. Il s'ensuit une corrosion très intense qui détériore rapidement les installations, augmente les frais d'irrigation et réduit les temps d'amortissement. L'utilisation de canalisations en polyéthylène serait certainement préférable.

Enfin, il serait sans doute utile d'étudier des fréquences d'arrosages élevées et même quotidiennes pour diminuer la concentration des éléments minéraux (un système d'irrigation goutte à goutte serait mieux adapté) ; des études de nutrition minérale plus fines permettraient certainement de préciser quelle est la fraction utile des éléments minéraux contenue dans l'eau. Ce dernier aspect n'est certainement pas à négliger à une époque où les prix des engrais deviennent très élevés.

**RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- BOYER J. (1935). — Nature de la couverture du sol et influence sur le bilan hydrique d'une cocoteraie. *Oléagineux*, **20**, p. 437-440.
- MENON K. P. V. et K. M. PANDALAI (1958). — *The Coconut Palm. A Monograph*. Indian Central Coconut Committee, Ernakulam, S. India.
- SURRE Ch. (1968). — Les besoins en eau du palmier à huile. Calcul du bilan de l'eau et ses applications pratiques. *Oléagineux*, **23**, p. 165-167 (Conseil de P.I. R. H. O. n° 71).
- WORMER Th. M. et R. OCHS (1959). — Humidité du sol, ouverture des stomates et transpiration du palmier à huile et de l'arachide. *Oléagineux*, **14**, p. 571-580.





## Les ravageurs et maladies du palmier à huile et du cocotier

Chenilles défoliatrices de la famille des *Hesperiidae*  
en Afrique Occidentale

### 1. — DESCRIPTION DES ESPÈCES BIOLOGIE

Deux espèces de la famille des *Hesperiidae* s'attaquent au palmier à huile.

La plus fréquente est *Zophopetes dismephila*. L'adulte (fig. 1) est de couleur brun foncé de 50 à 60 mm d'envergure. Les ailes antérieures portent 4 taches translucides jaune clair. Les massues antennaires sont blanches au-dessus et brunes en dessous.

La seconde espèce est *Pteroteinon laufella* qui mesure 65 à 70 mm d'envergure. Le corps et les ailes sont d'un noir luisant avec des reflets bleu-vert. La tête porte des soies rouge orangé que l'on retrouve aussi sur la face inférieure de l'abdomen. Les massues antennaires sont noires.

Les œufs (fig. 2) de 1,5 cm de diamètre chez ces deux espèces sont déposés en nombre variable sur la face inférieure de folioles. La durée de développement des différents stades larvaires est de 4 à 5 semaines. A leur complet développement (fig. 3) les chenilles atteignent 40 à 50 mm. D'aspect dodu, elles sont de couleur jaune à vert tendre. En vue dorsale, une ligne bleutée, encadrée de deux lignes jaunes, parcourt toute la longueur du corps. Les chenilles réunissent les bords des folioles à l'aide de fils de soie formant ainsi des sortes de cornets dans lesquels elles s'abritent. La capsule céphalique de *Z. dismephila* est uniformément jaune d'or ; chez *P. laufella* elle est de même couleur avec de larges taches brunes sur les côtés.

La nymphose s'effectue dans les folioles enroulées par les chenilles. Les chrysalides sont de couleur

brun clair. Les extrémités abdominales sont terminées par des cremasters, sortes de crochet qui permettent aux chrysalides de se fixer aux folioles auxquelles elles sont également retenues par un fil de soie.

La chrysalide de *P. laufella* (fig. 4) se distingue de celle de *Zophopetes* par une corne bifide proéminente, portée dans sa partie antérieure.



FIG. 2. — Œufs éclos ou parasités.



FIG. 3. — Chenille de *P. Laufella* en fin de développement.



FIG. 1. — Adulte de *Zophopetes dismephila*.



FIG. 4. — Chrysalide de *Pteroteinon laufella*.



FIG. 5. — Attaque de chenilles de *P. Laufella* sur palmier adulte.



FIG. 6. — Très jeune palmier complètement défolié par *Zophopetes dismephila*.



FIG. 7. — Tachinaires parasites des chrysalides.

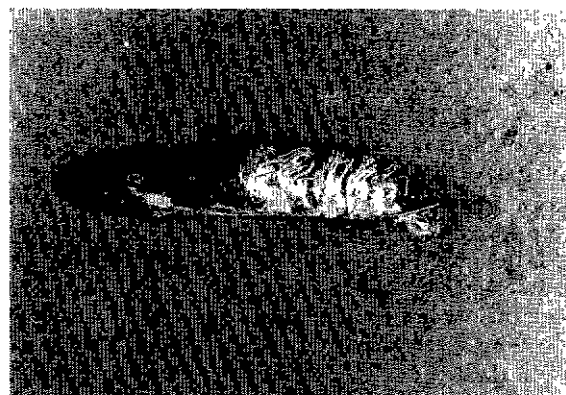


FIG. 8. — Chrysalide de *Zophopetes* tuée par un champignon parasite.

## 2. — DESCRIPTION DES DÉGATS

Les chenilles sont situées sur la face inférieure des folioles et détruisent la totalité du limbe dans le sens longitudinal (fig. 5), les folioles ont ainsi un aspect lacéré.

Les attaques peuvent se produire sur des palmiers de tous âges. On a pu ainsi observer une pullulation sur de jeunes palmiers plantés depuis quelques mois seulement. Dans de tels cas les plants sont complètement défoliés provoquant un retard dans leur développement (fig. 6). Les pullulations sur des arbres plus âgés sont exceptionnelles et les dégâts sont le plus souvent peu importants. Les attaques sont alors généralement localisées en bordure de plantation.

## 3. — MÉTHODES DE LUTTE

### Ennemis naturels.

Les œufs sont fréquemment parasités par un chalcidien du genre *Tetrastichus*. Sur la fig. 2 les minuscules trous de sortie de ces insectes sont visibles sur

quelques œufs. A partir des chrysalides on peut recueillir des diptères tachinaires (fig. 7), deux chalcidiens des genres *Brachymeria* et *Stomatocerus* ainsi qu'un Ichneumonide. Enfin les chrysalides peuvent être tuées par un champignon (fig. 8), ce dernier parasite pouvant constituer un important facteur de régulation des populations.

### Lutte chimique.

Sur les plantations jeunes et adultes, ces ennemis naturels sont généralement suffisants pour maintenir la population à un niveau faible. Il n'en est pas de même sur les très jeunes cultures qui peuvent être rapidement défoliées avec des populations faibles de quelques chenilles par feuille. Des produits comme le Carbaryl (120 g de matière active par hl) et le DDT (150 g de matière active par hl) sont très efficaces contre les chenilles. Le point important est d'effectuer le traitement sur les jeunes stades larvaires. Les chenilles des derniers stades étant de grosses consommatrices, une seule génération de quelques individus par feuille peut complètement défolier de jeunes palmiers.

D. MARIAU et J. P. MORIN.

# Some factors affecting the arginine maturity index (AMI) for peanuts <sup>(1)</sup>

J

C. T. YOUNG (2) and R. O. HAMMONS (3)

Since peanuts (*Arachis hypogaea* L.) are often described as indeterminate in their growth habit [11], they include a varying proportion of immature fruits when harvested. Present methods to determine maturity are subjective for the most part and are based on such factors as size, color of testa, degree of darkening of the inside of the pod and seed characteristics [1, 2, 3, 4, 8, 12, 13].

A recent method, based on the measurement of free arginine by the use of the Sakaguchi method, is showing promise as a reliable objective procedure for measuring the degree of immaturity in peanuts. Young [14] and Young and Mason [18] used this method [5, 6] to determine the level of free arginine in freshly harvested peanuts grown in Oklahoma. More recently Young [15] has shown that its application to field samples might provide considerable economic gains for the grower.

The degree of maturity appears to be related to the quality of peanut butter with the immature nuts producing an inferior product [10]. Such immature peanuts are usually high in free arginine, and therefore free arginine content should be an excellent indicator to predict the level and quality of roasted flavor. In earlier work, the number of samples available was inadequate to evaluate the true relationship. A continuous flow automated analytical method has now been developed [16] for analyzing large numbers of samples. This method has been used to determine the effect of leaf spot control treatments on the arginine maturity index of peanuts [17].

Since other variables may also influence the relationship, this research was conducted to study some additional factors affecting the arginine maturity index for peanuts.

## MATERIALS AND METHODS

Seven varieties of peanuts were grown at the Coastal Plain Station, Tifton, Georgia, in 1971 in two close row patterns on 72 inch beds. These were arranged in randomized plots with two replications per treatment within each test. Herbicides, fungicides and insecticides were applied as needed for satisfactory pest control. Supplemental sprinkler irrigation was applied during drought stress periods. Immediately after harvest the peanuts were subdivided into four portions. One portion was analyzed immediately for free arginine content. The second portion was dried at 110 °C for 5 hours. A third portion of Au-

gust 12th samples were subdivided and were dried in large walk-in chambers at temperatures of 21, 32, 38, and 46 °C with 50 p. 100 relative humidity. The last portion was partially dried in the windrow and then stacked-cured in the field. Subsamples were taken at regular intervals to determine the effect of curing time and temperature on the free arginine content.

The arginine maturity index (AMI) method of Young [16], based upon free arginine content, was used to estimate maturity. The method consisted of grinding 30 grams of inshell peanuts in 200 ml of aqueous 2 p. 100 trichloroacetic acid for 30 seconds, then filtering and analyzing the filtrate for free arginine using automated continuous flow equipment. The absorbance of the filtrate, at a wave length of 520 nm  $\times$  100, was designated as the arginine maturity index. Values reported here were corrected to a dry weight basis except as indicated. Decreasing AMI values indicated advancing maturity.

## RESULTS AND DISCUSSION

### Effect of Variety and Harvesting Date on Dry Matter and AMI of Peanuts.

Table I lists the dry matter for 7 commercially grown varieties of peanuts harvested 4 times during a 42 day period. The increase in dry matter content can be used as a guide for proper harvesting; but due to changes because of rainfall, it often is too variable in certain years. Figure 1 is a graphic presentation of the AMI values. The curves substantiate results published earlier [7, 9]. The maturity index decreased to a minimum in samples from either the second or third harvest date and then increased in those for the fourth harvest date. Varietal variations occurred for the lowest or minimal AMI values (most advanced

TABLE I  
Effect of Harvest Date on Dry Matter of  
Freshly Harvested Inshell Peanuts

Variety	Date Harvested			
	8/12	9/2	9/14	9/23
	%			
<i>Spanish</i>				
Argentine .....	27.6	63.8	65.0	66.3
Starr .....	36.7	57.8	61.8	62.7
Spancross .....	32.2	64.2	63.2	60.8
Tiftspan .....	29.5	63.2	64.0	64.9
<i>Runner</i>				
Early Runner .....	35.2	61.0	60.8	54.1
Florunner .....	35.7	57.6	61.6	58.2
<i>Virginia</i>				
Florigiant .....	31.6	56.6	60.2	56.8
Average .....	32.6	60.6	62.4	60.5

(1) Cooperative investigations of the University of Georgia College of Agriculture Experiment Stations and the Agriculture Research Service, United States Department of Agriculture.

(2) Department of Food Science, Georgia Station, Experiment, Georgia 30212 (U. S. A.).

(3) Agriculture Research Service, U. S. Department of Agriculture, Coastal Plain Station, Tifton, Georgia 31794 (U. S. A.).

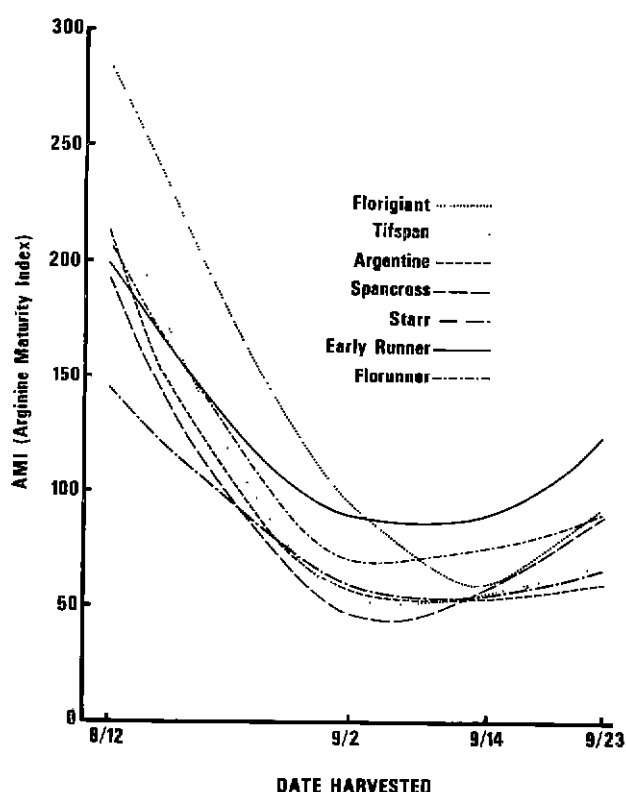


FIG. 1. — Effect of Harvest Date on AMI (Arginine Maturity Index) of Freshly Harvested Inshell Peanuts.

maturity) and these are shown in figure 1. Spancross had the lowest and Early Runner the highest minimal AMI values. The somewhat higher AMI values for the fourth harvest (especially for the Early Runner variety) appear to be due to the loss of mature pods and account for the apparent reversal of maturity. This area needs additional study for clarification. Also more sampling dates are needed in future studies to better define the non-linearity of the curves.

#### Effect of Drying at High Temperatures.

Only peanuts dug on August 12th were used to determine the decrease in free arginine in samples dried at 110 °C for 5 hours (Table II). Large decreases in free arginine occurred in all of the varieties due

TABLE II

Effect of Drying at 110 °C for Five Hours on the Arginine Maturity Index (AMI)

Variety	% D. M.	Maturity Index (D. B.)		p. 100 Remaining
		Before Drying	After Drying	
<i>Spanish</i>				
Argentine .....	27.6	214	11	5.1
Starr .....	36.7	147	22	15.0
Spancross ....	32.2	193	23	11.9
Tifspan .....	29.5	241	36	14.9
<i>Runner</i>				
Early Runner..	35.2	199	11	5.5
Florunner ....	35.7	207	39	18.8
<i>Virginia</i>				
Florigiant ....	31.6	285	46	16.1
Average.....	37.8	233	30	14.5

to the destruction of free amino acids with high temperature drying. While this temperature is much higher than normally used in mechanical drying, it did not cause a bitter or undesirable flavor in the dried samples. Retentions of the remaining free arginine, ranged from 5.1 to 18.8 p. 100 after drying 5 hours at 110 °C in a static oven.

#### Curing Time and Temperature.

Table III lists the results of curing conditions on Florunner, Spancross, and Argentine varieties. With Florunner, AMI values tended to increase with 12 and 24 hours of drying and then decreased when the curing time was extended to 72 hours. A similar increase did not occur in the Spancross and Argentine varieties. The AMI values for these two Spanish-type varieties decreased consistently throughout the curing period. Although the moisture decreased more rapidly at the higher temperatures, no consistent relationship of temperature and AMI values was observed. The curing time and varietal differences would thus appear to be the more important factors affecting decreases in AMI.

#### Stack-Curing.

The AMI values are reported in Table IV for the 7 varieties that were stack-cured after harvest. Data

TABLE III

Effect of Four Curing Temperatures with Time (hours) on the Moisture Content (% M) and the Arginine Maturity Index (AMI) on Three Varieties of Peanuts

Variety	Curing Temp., °C (50 % R. H.)	% moisture						AMI					
		0	12	24	48	60	72	0	12	24	48	60	72
Florunner	21	38	29	22	20	15	8	58	63	76	58	63	51
	32	38	30	20	18	12	4	58	60	80	52	55	49
	38	38	27	16	13	10	3	58	58	62	45	42	45
	46	38	25	9	5	3	3	58	65	62	54	44	42
Spancross	21	37	30	25	25	18	10	55	51	55	43	51	43
	32	37	28	21	21	10	6	55	41	59	46	46	41
	38	37	25	14	11	8	5	55	46	51	44	44	40
	46	37	23	8	5	5	5	55	54	54	43	41	32
Argentine	21	35	29	24	23	18	10	60	46	49	43	45	35
	32	35	26	19	17	9	6	60	58	55	45	38	40
	38	35	25	15	9	7	4	60	54	46	48	40	38
	46	35	22	8	6	4	3	60	49	40	37	40	38



TABLE IV  
Arginine Maturity Index \* (AMI) of Stack Cured Peanuts

Variety	Date Dug and Stacked		
	9/14	9/23	9/30
<i>Spanish</i>			
Argentine.....	30	27	29
Starr .....	34	34	38
Spancross.....	32	29	31
Tifspan.....	32	27	27
<i>Runner</i>			
Early Runner .....	46	34	44
Florunner .....	36	35	40
<i>Virginia</i>			
Florigiant .....	55	43	45
Average .....	37.9	32.7	36.3

\* Calculated on wet basis (approx. 5 % moisture).

for the Starr, Florunner, Spancross, Argentine and Tifspan varieties showed that stack curing reduced the effect of harvest date on the free arginine content of freshly cured peanuts. In the Early Runner and Florigiant varieties based on AMI values, there was a definite advantage in harvesting on September 23rd. In general, this would tend to support the unpublished claims of several earlier research workers that stack cured peanuts produced the best roasted flavor.

#### Acknowledgements.

The financial assistance of Georgia Agricultural Commodity Commission For Peanuts and Best Foods, CPC International and the technical assistance of Eunice Parks, Margree Ector and M. Eston Griner are greatly appreciated.

#### REFERENCES

- [1] BARRS H. D. (1962). — The relation between kernel development and time of harvesting of peanuts at Katherine, N. T. *Aust. J. Exptl. Agr. Anim. Husband.*, **2** : 106.
- [2] EMERY D. A., GUPTON G. L. and HEXEM R. O. (1966). — Indexing the maturation of varietal and segregating populations of virginia type peanuts. *Proceedings of the Fourth National Peanut Research Conference*, University of Georgia Experiment Station, Tifton, Ga. July : 25.
- [3] GREGORY W. C., GREGORY P. M., KRAPOVICKAS A., SMITH B. W. and YARBROUGH J. A. (1973). — Structures and genetic resources of peanuts. In : *Peanuts-Culture and Uses*, p. 69.
- [4] HOLLEY K. T. and YOUNG C. T. (1963). — The relation of peanut maturity and pigments. *Proceedings of the Peanut Improvement Working Group*, Oklahoma State University, Stillwater, Okla., p. 52.
- [5] IZUMI Y. (1965). — New Sakaguchi reaction. *Anal. Biochem.*, **10** : 218.
- [6] IZUMI Y. (1965). — New Sakaguchi reaction. 2. *Anal. Biochem.*, **12** : 1.
- [7] MASON M. E., NEWELL J. A., JOHNSON B. R., KOEHLER P. E. and WALLER G. R. (1969). — Nonvolatile flavor components of peanuts. *J. Agr. Food Chem.*, **17** : 728.
- [8] MILLS W. T. (1961). — Effective heat units as a system for predicting optimum time to harvest peanuts. *Proc. Amer. Soc. Agric. Engr.*, St. Joseph, Mich., p. 1.
- [9] NEWELL J. A. (1967). — Precursors of typical and atypical roasted peanut flavor. *Ph. D. Dissertation*, Oklahoma State University Stillwater, Okla.
- [10] PANG, LI-SUNG (1967). — The influence of maturity and time of harvesting Spanish peanuts on peanut butter quality. *M. S. thesis*, Oklahoma State University, Stillwater, Okla.
- [11] STURKIE D. G. and WILLIAMSON J. T. (1951). — *The Peanuts, The Unpredictable Legume*, p. 173. The National Fertilizer Association, Washington, D. C.
- [12] TETER N. C. (1966). — Physical and pathological factors affecting quality of peanuts as influenced by curing. *Proc. Peanut Research Conference*, p. 54.
- [13] TOOLE V. K., BAILY W. K. and TOOLE E. H. (1964). — Factors influencing dormancy of peanut seeds. *Plant Physiol.*, **39** : 822.
- [14] YOUNG C. T. (1970). — Biochemical studies of peanut (*Arachis hypogaea* L.) Quality. *Ph. D. Dissertation*, Oklahoma State Univ. 174 pp.
- [15] YOUNG C. T. (1972). — Improved peanut quality. A new test for maturity. *Southeastern Peanut Farmer*, **10** : 14.
- [16] YOUNG C. T. (1973). — Automated measurement of free arginine in peanuts as a means to evaluate maturity and flavor. *J. Agr. Food Chem.*, **21** : 556-558.
- [17] YOUNG C. T., CECIL S. R. and SMITH D. H. (1972). — Effect of leafspot control on the arginine maturity index of peanuts. *J. Amer. Peanut Res. and Ed. Assoc.*, **4** : 52.
- [18] YOUNG C. T., and MASON M. E. (1972). — Free arginine content of peanuts (*Arachis hypogaea* L.) as a measure of seed maturity. *J. Food Sci.*, **37** : 722.



# Emploi des terres décolorantes activées pour le blanchiment des huiles d'origine tropicale

2

R. FAHN (1) et K. FENDERL (1)

Dans un précédent travail traitant de l'influence de la structure et de la morphologie des terres décolorantes sur le blanchiment des matières grasses [1] on a, en particulier, examiné le problème de la décoloration des huiles de lin et de soja au moyen de terres diversement activées, préparées à partir de bentonite. Pour compléter cette étude, des essais de décoloration ont été effectués avec les mêmes terres sur des huiles d'arachide, de coco et de palme.

Dans le présent travail on a déterminé, pour ces trois huiles végétales, le pouvoir décolorant de terres traitées par des quantités variables d'acide chlorhydrique, la stabilité de couleur des huiles obtenues, la rétention d'huile ainsi que la vitesse de filtration des différentes terres.

Les gâteaux de filtration ont été examinés après extraction, afin d'essayer de mettre en évidence les modifications de la terre dues au processus de décoloration.

## PRÉPARATION ET PROPRIÉTÉS

Pour ces recherches, la bentonite de Moosburg a été traitée sous forme d'une suspension très épaisse, par 280, 560, 1 000, 1 260 et 1 680 mval HCl pour 100 g de bentonite sèche et, après 8 h de chauffage au reflux à 95-98 °C, elle a été filtrée, lavée (pH 4), séchée et moulue (refus au tamis de 0,09 mm, environ 10 à 20 p. 100).

Les caractéristiques des différents échantillons de terres utilisés (chlorures solubles, teneur en acidité, pH de l'extrait aqueux, humidité et densité apparente non tassée) sont rassemblées dans le tableau I.

TABLEAU I

Variations des caractéristiques des terres avec le traitement

mval HCl pour 100 g bentonite	a acidité en HCl (‰)	b Cl (‰)	c pH	d H <sub>2</sub> O (%)	densité (g/l)
0.....	0,07	0,11	7,0	6,1	620
280.....	0,22	0,18	3,0	6,2	487
560.....	0,26	0,18	2,9	5,7	382
1 000 ...	0,33	0,36	2,8	6,8	307
1 260 ...	0,37	0,39	2,7	5,9	261
1 680 ...	0,29	0,28	2,8	7,4	213

a = extrait aqueux (10 %) : N/10 NaOH, phénolphthaléine.

b = extrait aqueux (10 %) : neutralisation, chlorures selon Mohr.

c = extrait aqueux (10 %).

d = 130 °C, 15 mn.

De l'examen du tableau I il ressort que a, b, c, d, varient peu, et que la densité apparente évolue en

sens inverse de la concentration en acide chlorhydrique (fig. 1).

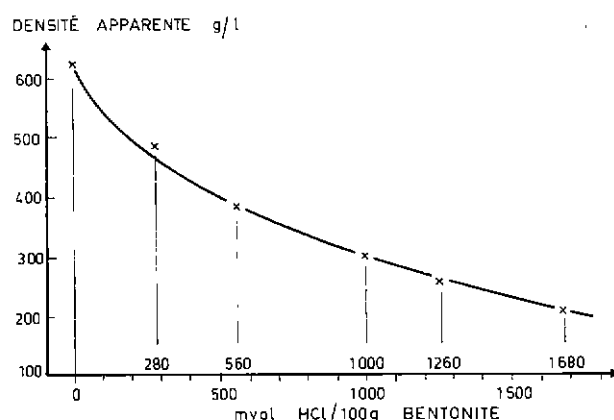


FIG. 1. — Variation de la densité apparente — non-tassée — des terres décolorantes en fonction de la concentration en acide.

## RÉTENTION D'HUILE ET VITESSE DE FILTRATION

La rétention et le temps de filtration des échantillons de terre ont été déterminés à l'aide d'un test de décoloration standard sur des huiles neutralisées du commerce, soja, lin et palme.

On a pour cela décoloré par agitation pendant 10 mn avec 10 g de terre, 100 g d'huile, placés dans un bécher et portés à 95° sur un bain d'eau.

On a filtré aussitôt après sur entonnoir chauffant (95 °C, papier filtre de 9 cm de diamètre), en s'aidant du vide (pompe à vide de 1 Torr) ou d'une surpression d'azote de 3 kg.

À l'issue de la filtration (durée de filtration), on continue à faire passer de l'air à travers le gâteau pendant 5 mn ou de l'azote sous 3 kg afin d'évaluer la rétention d'huile par pesée.

TABLEAU II

Rétention d'huile et temps de filtration en fonction de la concentration de l'acide

mval HCl pour 100 g bentonite	Rétention d'huile			Temps de filtration	
	a huile de lin %	b huile de soja %	b huile de palme %	b huile de soja sec	b huile de palme sec
0 .....	28	23	25	ca. 25	ca. 25
280 .....	37	33	34	— 25	— 30
560 .....	45	40	41	— 25	— 30
1 000 .....	50	46	46	— 25	— 30
1 260 .....	53	49	50	— 30	— 45
1 680 .....	59	54	56	— 40	— 45

a = filtre ouvert, vide = 1 Torr.

b = filtre fermé (filtre Chemap), pression d'azote 3 kg.

Il faut souligner que les rétentions déterminées par cette méthode de laboratoire n'ont qu'une valeur indicative, et qu'elles diffèrent de celles obtenues industriellement car les conditions de travail sont fort différentes.

Les valeurs du tableau II montrent que le temps de filtration et la rétention d'huile croissent en même temps que la concentration de l'acide. Ce fait s'explique aussi bien par l'augmentation de la proportion de particules fines que par la diminution de la densité apparente dues à l'augmentation de la concentration de l'acide.

La proportion de particules de diamètre inférieur à 5  $\mu$  qui, avec environ 80 p. 100, est très élevée dans la bentonite brute, est abaissée par un traitement acide. Toutefois, la quantité de fines particules augmente à nouveau lorsque la concentration en acide continue de croître [1].

En outre, la désorientation statistique des couches de Montmorillonite augmente en raison de l'accroissement des bandes de  $\text{SiO}_4$  tétraédriques non ordonnées. Comme la densité apparente est fonction de l'air occlus, cela signifie que les terres décolorantes plus légères peuvent absorber des quantités d'huile plus importantes [2]. Cette relation inversement proportionnelle entre densité apparente et rétention d'huile apparaît clairement dans la figure 2.

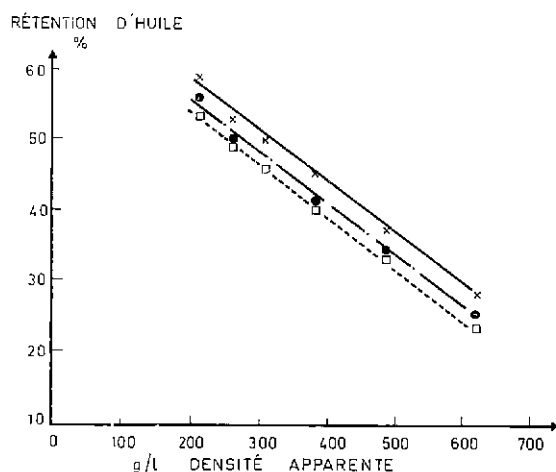


FIG. 2. — Densité apparente des terres décolorantes et rétention d'huile.

× — × = Huile de lin, filtre ouvert, sous vide ;  
• — • = Huile de palme, filtre fermé, sous pression ;  
□ . . . □ = Huile de soja, filtre fermé, sous pression.

### POUVOIR DÉCOLORANT

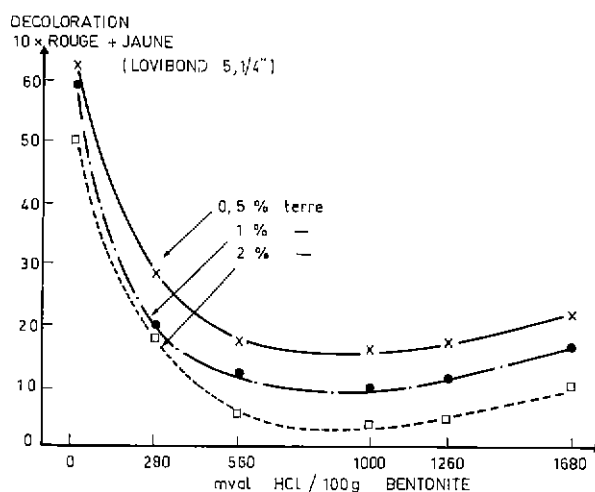
Des essais de décoloration portant sur des huiles neutralisées du commerce d'origine tropicale, et en particulier sur des huiles de palme, d'arachide et de coco, ont été effectués avec des terres traitées comme ci-dessus indiqué.

Après décoloration pendant 30 mn, à 95 °C, dans des béchers en verre placés sur bain d'eau, les huiles ont été filtrées et examinées au moyen d'un colorimètre Lovibond, dans des cellules de 5 1/4". L'huile de palme a été en outre décolorée, sous vide, à 160 °C.

Les tableaux des figures 3, 4 et 5 donnent les couleurs des huiles décolorées, exprimées en unités Lovibond (10 × rouge + jaune), obtenues pour différents

taux de terre, en fonction de la concentration de l'acide utilisé pour leur préparation. En plus des colorations déterminées aussitôt après le traitement, les tableaux indiquent encore les couleurs résiduelles après un stockage de 2 à 3 mois, à la température ordinaire et à l'obscurité.

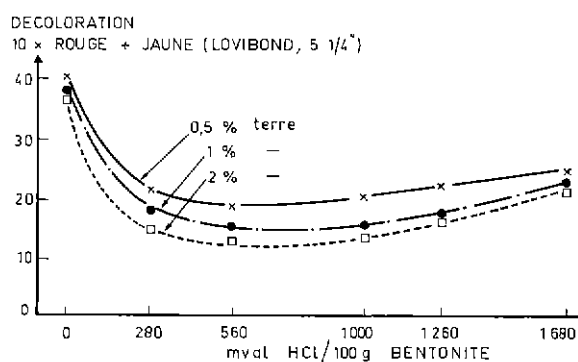
La bentonite non traitée par l'acide ne possède, vis-à-vis de ces 3 huiles, qu'une faible activité pour



mval HCl pour 100g bentonite	Lovibond 10 x rouge + jaune, cuve 5 1/4"					
	0,5% terre		1% terre		2% terre	
	temps 0	après 3 mois	temps 0	après 3 mois	temps 0	après 3 mois
0	62	58	59	57	50	47
280	38	30	30	20	18	17,3
560	17,5	20,1	12,3	12,3	5,6	6,9
1000	16,5	19,1	10,0	10,6	4,2	6,4
1260	17,7	19,2	11,5	11,8	5,4	7,6
1680	22,2	23,3	17,0	18,0	10,0	13,5

huile non blanchie 67

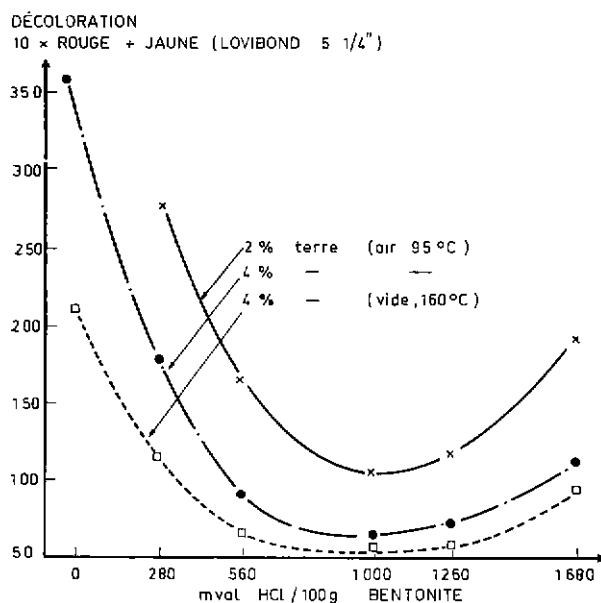
FIG. 3. — Décoloration d'une huile d'arachide par différents taux de terre en fonction de la concentration de l'acide.



mval HCl pour 100g bentonite	Lovibond 10 x rouge + jaune, cuve 5 1/4"					
	0,5% terre		1% terre		2% terre	
	temps 0	après 3 mois	temps 0	après 3 mois	temps 0	après 3 mois
0	40	40	38	37	37	37
280	21,3	26	18,0	19,3	15,0	17,0
560	18,7	24,2	15,4	17,9	13,1	-
1000	20,6	23,4	15,4	16,7	12,3	17,0
1260	22,1	27,0	17,2	18,7	16,3	19,7
1680	24,3	25,7	22,7	24,3	21,1	23,0

huile non blanchie 45

FIG. 4. — Décoloration de l'huile de coco par différents taux de terre en fonction de la concentration de l'acide.



mval HCl pour 100g bentonite	Lovibond 10 x rouge + jaune, cuve 3 1/4"					
	2% terre		4% terre		vide 20mm Hg 4% terre	
	temps 0	après 3 mois	temps 0	après 3 mois	temps 0	après 2 mois
0	> 310	300	330	270	208	201
280	275	240	177	166	114	108
560	160	132	89	89	61	63
1000	103	102	63	63	55	55
1260	116	113	70	70	56	59
1680	192	174	111	111	92	93

huile non blanchie > 310

FIG. 5. — Décoloration de l'huile de palme par différents taux de terre en fonction de la concentration de l'acide.

un traitement de blanchiment effectué à 95 °C, à l'air libre. Dans le cas de l'huile de palme, sous vide à 160 °C, on observe cependant une diminution nette de la coloration.

Cet effet des terres décolorantes, qui est bien connu [3, 4] et qui trouve une application industrielle dans le procédé mixte ou procédé combinant l'action de la chaleur et de la terre, est dû à la décomposition catalytique des carotènes par la chaleur, à des températures supérieures à 150 °C.

Pour toutes les huiles le pouvoir décolorant des terres activées croît avec la concentration de l'acide pour atteindre finalement un maximum correspondant à une concentration comprise entre 600 et 1 000 mval HCl/100 g ; au-delà, il diminue, ce qui signifie que dans la pratique pour obtenir des décolorations optimales, il est nécessaire d'utiliser, pour les différentes huiles, des terres activées dans diverses conditions.

### STABILITÉ DE LA COULEUR

Les huiles décolorées ont été conservées dans des flacons de verre non bouchés, à la température ordinaire et à l'obscurité. Après 2 ou 3 mois, on a de nouveau déterminé leur couleur avec le colorimètre Lovibond (Fig. 3-5).

La comparaison des valeurs ainsi obtenues avec les colorations initiales montre que, dans ces conditions de stockage, la couleur des huiles ne se modifie pas de

façon sensible. Dans la grande majorité des cas, la couleur s'élève de 1 à 5 unités Lovibond (10 × rouge + jaune). Un éclaircissement n'a été noté que dans quelques cas isolés, par exemple pour le blanchiment de l'huile d'arachide par de la bentonite non traitée à l'acide et pour celui de l'huile de palme : les diminutions de coloration sont de 2 à 4 unités Lovibond (Fig. 3) pour l'arachide et de 6 à 7 unités pour l'huile de palme blanchie sous vide (Fig. 5), alors que pour l'huile de palme décolorée à l'air il se produit par endroits de fortes décolorations.

Les modifications de couleur importantes observées pour l'huile de palme décolorée à l'air, d'une part, et la stabilité de la couleur caractérisant, d'autre part, l'huile blanchie sous vide à 160° (procédé mixte), confirment bien que l'huile de palme doit être décolorée sous vide.

Il est remarquable que ces modifications ne se produisent que pour les terres décolorantes qui donnent des résultats non satisfaisants (0-560 mval et 1 680 mval HCl/100 g), alors que pour les huiles de palme convenablement blanchies par les deux procédés, la coloration reste, en général, stable.

Ce résultat est également valable pour les autres huiles de sorte que l'on peut dire, en simplifiant, que les terres traitées de façon optimale possèdent un pouvoir décolorant maximal auquel correspond la meilleure stabilité de couleur.

### ADSORPTION IRRÉVERSIBLE PAR LES TERRES DÉCOLORANTES

L'influence de la couche formée par adsorption lors du blanchiment sur la surface spécifique selon Bet et sur le volume des micropores [5] de la bentonite, en fonction de la concentration de l'acide, a fait aussi l'objet de recherches dans le cas des huiles d'origine tropicale qui ont porté sur le gâteau de filtration extrait. A cette fin, les 3 huiles ont été traitées dans des béchers en verre, à 95 °C sur bain d'eau, pendant 30 mn, par 0,2 p. 100 d'adsorbant et les gâteaux de filtration résultants ont été extraits par du benzène (16 h) et séchés.

#### Volume des micropores.

Dans le tableau III sont indiqués, en fonction de la concentration de l'acide, les volumes des pores, déterminés par condensation capillaire de CCl<sub>4</sub> [5], dont les diamètres équivalents sont inférieurs à 140 Å, pour les gâteaux de filtration extraits ainsi que pour la terre décolorante mise en œuvre, à titre de comparaison.

De l'examen du tableau III il ressort que, par rapport à ceux de la terre mise en jeu, les volumes des micropores (< 140 Å) des gâteaux de filtration extraits sont, dans tous les cas, diminués du fait de l'existence d'une couche d'adsorption. Cette diminution de volume est représentée par  $\Delta$  MPV. Pour chacune des huiles  $\Delta$  MPV passe par un maximum en fonction de la concentration de l'acide, qui correspond également au maximum du pouvoir décolorant de la bentonite traitée. Ce comportement commun aux trois huiles est illustré par la Fig. 6 relative à l'huile d'arachide pour laquelle les  $\Delta$  MPV sont les plus élevés. On notera les faibles  $\Delta$  MPV obtenus pour l'huile de coco.



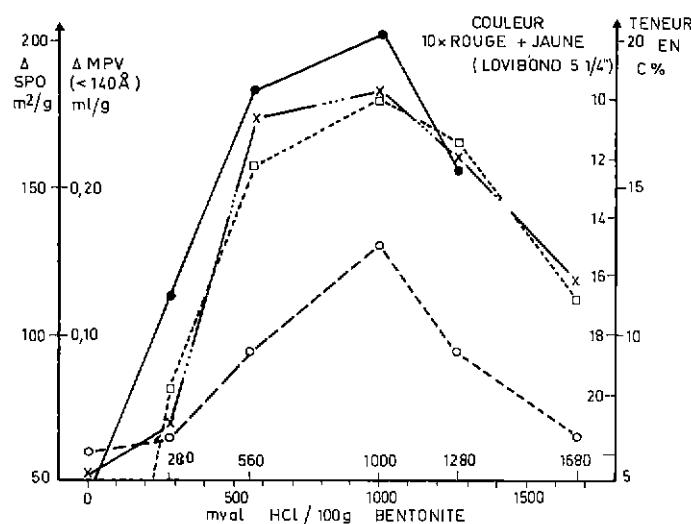


FIG. 6. — Pouvoir décolorant, diminution du volume des micropores (< 140 Å) et de la surface spécifique, teneur en carbone des gâteaux de filtration extraits, en fonction de la concentration en acide, dans le cas de l'huile d'arachide.

× - - - - × = Δ SPO-Diminution de la surface spécifique ;  
○ - - - - ○ = Δ MPV-Diminution du volume des micropores (< 140 Å) ;  
□ . . . . □ = Pouvoir décolorant pour 1 p. 100 de terre (Lovibond, cuve 5 1/4") ;  
● — — — ● = Teneur en carbone.

TABLEAU III

Volume des micropores MPV (< 140 Å) des gâteaux de filtration extraits en fonction de la concentration de l'acide

mval HCl pour 100 g bentonite	Volume des micropores des gâteaux de filtration des huiles						Pour comparai- son : terre utilisée
	Arachide		Palme		Coco		
	MPV ml/g	Δ MPV ml/g	MPV ml/g	Δ MPV ml/g	MPV ml/g	Δ MPV ml/g	MPV ml/g
0 .....	0,04	— 0,02	0,04	— 0,02	0,06	0,0	0,06
280 .....	0,07	— 0,03	0,08	— 0,02	0,10	0,0	0,10
560 .....	0,12	— 0,09	0,15	— 0,06	0,21	0,0	0,21
1 000 .....	0,17	— 0,16	0,26	— 0,07	0,31	— 0,02	0,33
1 260 .....	0,28	— 0,09	0,28	— 0,09	0,36	— 0,01	0,37
1 680 .....	0,29	— 0,03	0,30	— 0,02	—	—	0,32
erreur : ± 0,01							

erreur : ± 0,01

TABLEAU IV

Volume des micropores (140-250 Å) et teneur en C des gâteaux de filtration extraits en fonction de la concentration de l'acide

mval HCl pour 100 g bentonite	Volume des micropores 140-250 Å		Teneur en C des gâteaux de filtration extraits		
	arachide gâteaux de filtration extraits ml/g	terre utilisée ml/g	arachide %	palme %	coco %
0	0,02	0,01	4,6	6,3	2,8
280	0,02	0,01	11,4	11,1	6,1
560	0,02	0,02	18,4	12,4	7,0
1 000	0,05	0,04	20,2	14,8	9,4
1 260	0,05	0,05	15,5	14,7	10,2
1 680	0,07	0,08	—	13,7	7

Erreur : ± 0,01

TABLEAU V

Surfaces spécifiques des terres décolorantes revêtues d'une couche d'adsorption en fonction de la concentration de l'acide

mval HCl pour 100 g bentonite	Surfaces spécifiques et SPO des gâteaux de filtration extraits						Pour comparaison : terre utilisée SPO m²/g
	arachide SPO m²/g	Δ SPO m²/g	palme SPO m²/g	Δ SPO m²/g	coco SPO m²/g	Δ SPO m²/g	
0	18	— 52	18	— 52	37	— 33	70
280	71	— 69	95	— 45	123	— 17	140
560	96	— 174	156	— 114	230	— 40	270
1 000	137	— 183	191	— 129	254	— 66	320
1 260	170	— 160	191	— 139	240	— 90	330
1 680	135	— 115	157	— 93	227	— 23	250

Les terres décolorantes ne renferment qu'une proportion relativement faible de pores de dimension supérieure à 140 Å [1], et ces pores ne sont pas modifiés lors du processus de blanchiment par la formation d'une couche adsorbée.

C'est ce que l'on constate, tableau IV, dans le cas de l'arachide, pour les pores compris entre 140 et 250 Å. Les différences observées entre les valeurs des gâteaux de filtration extraits et celles de la terre utilisée sont de l'ordre de grandeur des erreurs de la méthode de détermination.

### Surfaces spécifiques.

Le tableau V donne les surfaces spécifiques des gâteaux de filtration extraits et leur diminution par

rapport à la terre initiale,  $\Delta$  SPO, en fonction de la concentration en acide.

Les valeurs du tableau V montrent clairement que les surfaces spécifiques sont abaissées par la présence d'une couche adsorbée sur la terre.

De même que pour l'abaissement du volume des micropores, le maximum de diminution de la surface spécifique,  $\Delta$  SPO, se produit, pour chaque huile, à la concentration de l'acide qui correspond au maximum d'activité de la terre. Les résultats relatifs à l'huile d'arachide sont représentés sur la figure 6.

Comme on peut le voir, c'est pour les terres ayant une force d'adsorption élevée que la couche modifiant les micropores et la surface est la plus forte.

Ainsi qu'il ressort des tableaux III et V, c'est pour l'huile de coco que cette couche est la plus faible.

### BIBLIOGRAPHIE

- [1] FAHN R. (1973). — *Fette-Seifen-Anstrichmittel*, **75**, 77.
- [2] RICH A. D. (1960). — *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **37**, 305.
- [3] LONGIN M. (1962). — *Fette-Seifen-Anstrichmittel*, **64**, p. 531.
- [4] CONGOPALM S. C. — « Palm Oil, a major tropical product », octobre 1970 (Zairepalm, rue Belliard, 35, 1040-Bruxelles).
- [5] BENESI H. A., BONNAR R. V. et LEE C. F. (1955). — *Analytic. Chem.*, **27**, 1963.



## Dans l'industrie

### Usine d'extraction de protéines du colza.

La première usine au monde produisant des concentrés de protéines de graines de colza, sera construite au Canada à la suite d'un accord entre la Northern Alberta Rapeseed Processors Ltd. et deux compagnies suédoises, Alfa Laval AB et AB Karlshamns Oljefabriker, aux termes duquel Alfa Laval fournira, à concurrence d'environ 7 millions de couronnes suédoises, le matériel de traitement nécessaire à la production annuelle de quelque 5 000 tonnes de concentré ayant une teneur en protéines de 65 p. 100.

L'usine sera bâtie à Sexsmith, Alberta, et coûtera environ 50 millions de couronnes suédoises.

Le colza a tout particulièrement retenu l'attention des techniciens de l'alimentation, parce que la composition chimique de ses protéines est très proche de celle des protéines animales de haute qualité. A cet égard, les protéines du colza s'avèrent meilleures que les protéines provenant d'autres sources non traditionnelles telles que le soja, lequel est déjà utilisé tant pour l'alimentation humaine que pour l'alimentation animale. D'après les analyses et essais en laboratoire auxquels on procède actuellement en Suède, ces concentrés de protéines du colza pourraient convenir à la consommation humaine mais il est nécessaire que ces essais soient poursuivis pendant au moins deux ans encore avant qu'une autorisation officielle puisse être octroyée. En attendant, les concentrés seront commercialisés en tant que fourrage spécial pour animaux monogastriques.

Le procédé d'obtention des protéines, à partir du colza, fut conjointement mis au point par Karlshamns, filiale de la Société Coopérative Suédoise, et par Alfa-Laval (62, rue Yvan-Tourgueneff, 78-Bougival, France). Les graines de colza sont d'abord nettoyées avant de passer par un dispositif spécial qui les débarrasse des téguments et des matières fibreuses. Elles sont ensuite soumises à un traitement à chaud et à une lixiviation qui inactive les enzymes et élimine les glucosinolates, puis le produit est séché avant de passer par la phase d'extraction des protéines et de l'huile. Quant aux matières et sous-produits restants, ils serviront à la production d'une farine de colza convenant à l'alimentation animale.

### Nouvelle huilerie de colza.

La Pologne a confié la construction de la plus importante huilerie de colza dans ce pays (capacité 720 tonnes/jour) à un groupement français composé de :

- Buhler-Miag, chef de file,
- Lurgi France,
- Olier Clermont-Ferrand.

Cette commande, d'un montant de 24 000 000 de F., a été obtenue face à une concurrence allemande et américaine difficile.



## BIBLIOGRAPHIE

### « DIE CHEMISCHE INDUSTRIE UND IHRE HELFER » 1973-74

Edition Selka, Industrieschau-Verlagsgesellschaft mbH, 6100 Darmstadt, ABC-Verlagshaus, Berliner Allee 8, 584 pages, DM 30.

Nous signalons à nos lecteurs la nouvelle édition de cet important guide de l'acheteur qui fournit une vue d'ensemble sur les productions des entreprises appartenant ou travaillant, pour ou en liaison, avec les industries chimiques. On y trouve toutes les informations utiles sur les industries chimiques : production, localisation géographique, précisions de diverses natures sur les Sociétés, y compris les noms des principaux dirigeants.

Les classements offerts par ordre alphabétique, localisation

géographique, par branches industrielles (chimie organique, minérale, pharmacie, cosmétique, savon, peinture), permettent de retrouver rapidement les renseignements cherchés concernant aussi bien les productions des industries chimiques que celles dont ces industries ont besoin.

La conjoncture relative aux industries chimiques est examinée à la date de juin 1973. Quelques pages enfin sont consacrées à la présentation de nouveautés au point de vue appareillages et techniques.



# Evolution récente et perspectives des transporteurs à film d'air dans le domaine alimentaire

## PRÉSENTATION DU CONVOYEUR JETSTREAM

### Fonctionnement très simple.

— De l'air sous faible pression, animé d'une grande vitesse et dirigé, crée un **film d'air** capable de soulever et de déplacer des matières solides en réduisant fortement les frottements contre la surface de l'appareil.

— La formation du film est déterminée par la forme particulière des fentes ménagées tout au long de la table, fentes qui, semblables à des lèvres, pulsent l'air sous un angle faible.

— La quantité d'air émise par unité de surface peut être modifiée en fonction du poids et du volume des matières à transporter.

— La matière est soulevée et en même temps poussée vers la sortie par les jets d'air. Elle est canalisée par les bords latéraux fixés le long du convoyeur.

### Description du convoyeur Jetstream.

Le modèle de base se compose de 3 éléments :

— Le ventilateur.

Il est disposé soit à l'une des extrémités du convoyeur (Fig. 1), soit en n'importe quel endroit sur les côtés, soit sous le convoyeur.

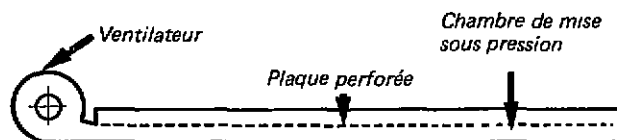


Fig. 1.

— La chambre de mise sous pression.

— Le convoyeur proprement dit : plaque perforée formant glissière.

La longueur du convoyeur Jetstream est pratiquement illimitée. Pour les très grandes distances, il faut prévoir des ventilateurs supplémentaires (Fig. 2).

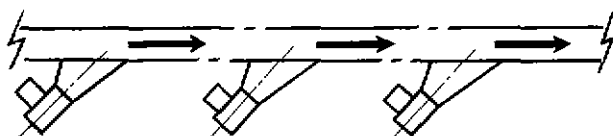


Fig. 2.

Le convoyeur Jetstream fait l'objet d'une étude particulière pour chaque application. Toutes ses

dimensions peuvent être exactement adaptées au problème à résoudre.

De la description ci-dessus, il apparaît que le Jetstream est, par nature, un convoyeur à « ciel ouvert ».

### Avec Jetstream, souplesse et douceur.

Le convoyeur Jetstream permet d'envisager tout changement de direction (Fig. 3). L'orientation des fentes dans la direction souhaitée doit être prévue au moment de l'installation.

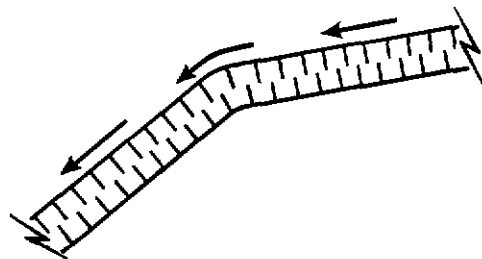


Fig. 3.

Suivant les servitudes, Jetstream :

- disperse vers des points choisis,
- ou bien rassemble,
- ou encore, élève (en plans inclinés de 30° et même 45°).

Par exemple, les produits peuvent être soulevés pour être déversés dans une trémie sans intervention de pièces mobiles et, par conséquent, sans risque de détérioration (Fig. 4).



Fig. 4.

### Jetstream auxiliaire précieux des machines de production.

Une installation judicieuse auprès ou au-dessous d'une machine permet :

- soit une alimentation régulière matériaux,
- soit une évacuation instantanée des produits,
- soit, encore, l'évacuation des déchets au grand bénéfice de la **productivité** d'une part et, d'autre part, de la **sécurité du personnel** à l'abri de toute dangereuse accumulation de matériaux.

En cas d'embouteillage, les produits ou matériaux sont maintenus en suspension sur le coussin d'air en

(1) Article communiqué par les Etablissements Neu et paru dans la revue *Souffles*, n° 92, octobre 1973, pages 1-4.



attendant d'être libérés. Ils ne peuvent donc subir aucun dommage.

A la sortie d'une machine, les produits ou déchets peuvent être collectés :

— soit par une table Jetstream alimentant un second convoyeur Jetstream (Fig. 5) ;

— soit par un simple déversoir rassemblant les matériaux en direction de l'aire d'alimentation du convoyeur.

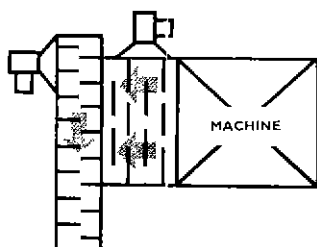


Fig. 5.

### INTÉRÊTS DE CE TYPE DE TRANSPORTEUR

#### Maintenance.

Le convoyeur Jetstream est entièrement construit en tôle d'acier. En fonctionnement, aucune pièce du transporteur n'est mobile. Rien ne peut s'user ou casser. L'entretien se réduit à celui, classique, d'un groupe moto-ventilateur.

#### Fiabilité.

Rien ne peut casser ou s'user. Néanmoins, des causes extérieures, telle une surcharge accidentelle, peuvent causer des incidents.

Dans ce cas, aucune action mécanique n'étant mise en jeu, aucune pièce ne pourra être forcée, déformée ou détériorée.

Dès qu'il aura été possible de remédier à cette surcharge, le convoyeur sera à nouveau prêt à remplir son rôle.

#### Sécurité du personnel.

Un tel appareil ne comporte pas de rouleur ou de bande susceptible de happer le vêtement d'un employé.

Un simple courant d'air n'a jamais blessé personne.

#### Mouvement entretenu en tout point du transporteur.

Quelle que soit la complexité du circuit de transport, celui-ci est réalisé par un seul et même transporteur Jetstream.

Dans les courbes, les perforations sont disposées avec un rayon de courbure adéquat et le mouvement est entretenu en tout point du transporteur.

### EXEMPLES D'UTILISATION DU CONVOYEUR JETSTREAM DANS L'INDUSTRIE ALIMENTAIRE

#### Alimentation des machines à capsuler.

L'accroissement de la consommation domestique au cours des trente dernières années a conduit l'industrie du flaconnage à se doter de machines de plus en plus rapides, pour remplir les bouteilles, mais aussi pour les boucher.

C'est ainsi que la ménagère a vu apparaître sur les rayons de son supermarché des bouteilles capsulées. Ce système de fermeture utilise une capsule métallique sertie sur le goulot des bouteilles. Le bouchage est réalisé par des machines complexes et très perfectionnées, « les capsuleuses », qui fonctionnent au rythme fantastique de 10 000 bouteilles/heure.

Les capsuleuses sont alimentées en capsules par un bol orientateur généralement solidaire de la machine.

Ce bol vibrant ne peut accepter une charge importante sous peine d'un fonctionnement irrégulier non satisfaisant. Il peut recevoir environ 500 capsules à la fois, ce qui, au rythme de fonctionnement élevé atteint par les capsuleuses modernes, correspond à un maximum de quelques minutes de fonctionnement.

On peut en conclure que l'alimentation d'une capsuleuse demande une surveillance continue, ainsi qu'un stockage important de capsules à proximité de la machine pour permettre à celle-ci de travailler à pleine capacité.

Une telle situation ne va pas sans entraîner de grosses dépenses de main-d'œuvre et une perte importante d'espace au sol dans les locaux de production.

Pour résoudre ce double problème de rentabilité et d'amélioration des conditions de travail, la solution proposée fut l'utilisation d'un convoyeur Jetstream. En effet, le Jetstream, qui est caractérisé dans cet emploi par la douceur du transport obtenu, s'adapte à tous les circuits de transport et réalise très facilement des débits importants.

Pour tester ce matériel, dont la simplicité et la robustesse la séduisaient, la société intéressée fit l'acquisition, en 1970, d'une première installation.

Des photos de cette installation montrent :

- des capsules en transports (Fig. 6),
- les postes d'alimentation du transport et de réception au-dessus de la capsuleuse (Fig. 7 et 8).

Ces photos mettent en évidence la simplicité de l'appareil et la robustesse de la construction. Les cellules photo-électriques visibles sur la trémie de réception illustrent les possibilités d'automatisation d'un convoyeur Jetstream.

De même, le principe de fonctionnement est perceptible : de l'air est forcé dans la gaine formant la partie inférieure de l'appareil. A la traversée de la tôle perforée, âme du Jetstream, des jets d'air sont formés qui soulèvent et poussent la matière.

Le bon fonctionnement et, surtout, l'absence totale d'entretien depuis la mise en route ont confirmé cette société dans la justesse de son choix. Elle a récemment passé commande d'une installation plus importante et nettement plus sophistiquée destinée à une nouvelle usine dont les travaux sont pratiquement achevés.

Il s'agit maintenant de l'alimentation automatique, à partir de trois trémies de départ, de quatre capsuleuses. Un seul couloir Jetstream suffit au transport et un automatisme conçu de manière la plus souple possible permettra d'alimenter à la demande chaque capsuleuse avec les capsules désirées.

Le procédé Jetstream permettant également de transporter des objets orientés en leur conservant cette orientation, des essais importants ont été entrepris visant à séparer le bol orienteur de la capsuleuse.

Une photo de ces essais montre que, dans cette application, le procédé Jetstream permet des transports même en élévation verticale (Fig. 9).



Fig. 6.

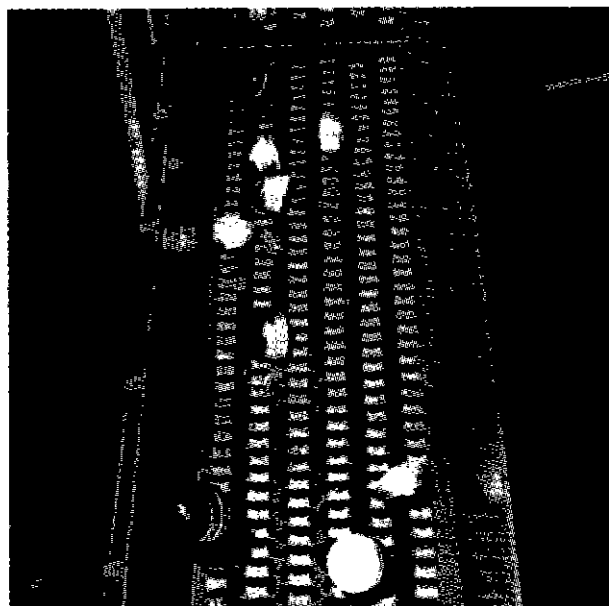


Fig. 7.

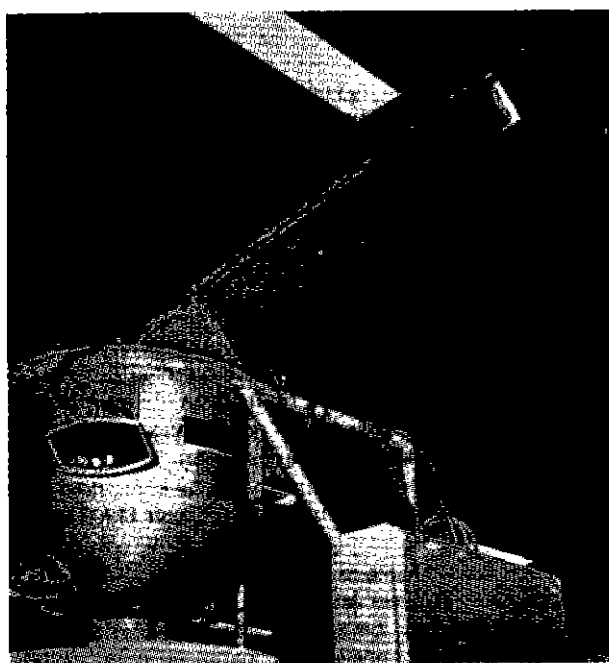


Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.

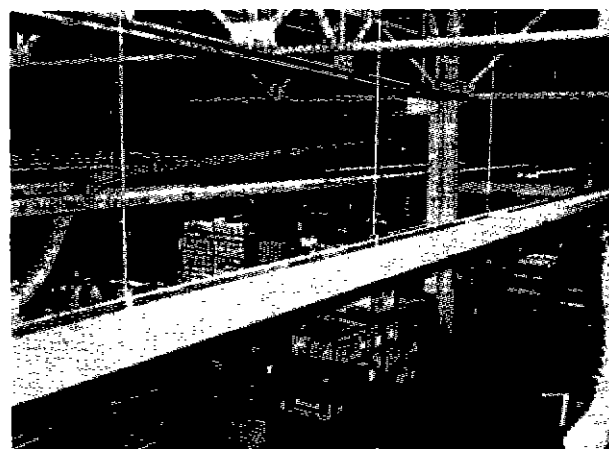


Fig. 11.

Dans cette hypothèse, les différents bols orienteurs auraient été implantés dans le magasin de stockage, des convoyeurs Jetstream alimentant directement les différentes capsuleuses en capsules orientées.

Cependant l'expérience apprend que l'aspect des capsules doit être modifié de temps à autre, tant pour des raisons techniques que commerciales.

Malgré les bons résultats des essais, une solution par transport orienté n'a pas été retenue. En effet, elle demandait des interventions importantes en cas de changement de capsules.

#### **Transporteurs stockeurs de cartons pour les industries utilisatrices du « conditionnement verre ».**

Dans ce cas, généralement, la verrerie n'est pas située dans les mêmes locaux que l'usine de fabrication du contenant.

Les récipients en verre sont livrés vides dans des cartons.

Il existe une opération de « décaissage » où les récipients vides sont enlevés des cartons et dirigés vers la ligne de conditionnement. A l'extrémité de cette ligne, les récipients remplis doivent être à nouveau emballés.

Il est généralement possible et toujours économique d'utiliser, pour cette opération, les cartons ayant servi à la livraison des pots vides.

Il y a donc lieu de créer une ligne de transport pour les cartons parallèle à la ligne de remplissage des pots de manière à ce que les points de départ et d'arrivée de ces deux lignes soient confondus.

Une installation de ce type a été réalisée dans une usine de fabrication d'aliments pour bœufs. Les pots sont livrés sur barquettes palettisables.

Différents convoyeurs permettent aux barquettes de suivre les pots au long de la chaîne de remplissage (Fig. 10).

Dans ce genre d'utilisation, les convoyeurs Jetstream traversent en élévation les ateliers et les persiennes émettent des jets d'air tout au long du circuit de transport.

Cette propriété a pu être utilisée : une source de chaleur chauffe l'air à l'entrée du convoyeur qui le distribue d'une façon parfaitement régulière et permet ainsi d'obtenir un chauffage confortable.

#### **Manutention et distribution de boîtes de carton à divers postes de conditionnement.**

Le point de départ d'une telle chaîne est une formeuse de boîtes. Les points d'arrivée sont les postes de remplissage des boîtes, postes répartis dans un atelier.

Les boîtes sont emmenées dès qu'elles sont formées, permettant ainsi de dégager la formeuse de boîtes qui peut fonctionner en continu pendant de longues périodes.

Les convoyeurs sont implantés en hauteur de manière à dégager les aires de travail. Les divers postes

sont alimentés gravitairement par des descentes « en fil » (Fig. 11).

Sur appel d'un poste de travail, il y a positionnement des divers aiguillages et un train de boîtes est dirigé vers l'utilisateur.

Les boîtes sont alors mises en attente, chevauchant un film d'air.

La douceur du transporteur est telle que la pression exercée par une boîte sur celle qui la précède est toujours très insuffisante pour y apporter le moindre dommage.

#### **Manutention dans la confiserie.**

C'est en Angleterre, pays de haute production et consommation de sucreries, que l'utilisation du Jetstream dans la confiserie a été la plus développée.

De nombreuses réalisations de distributions de boîtes pour emballage de petits gâteaux, cakes et autres petits fours ont été effectuées utilisant le principe décrit ci-dessus.

D'autres réalisations, très particulières, donnent toute satisfaction à leurs utilisateurs.

En France, une installation de ce type refroidit des biscuits de type palmiers, gras et collants.

En réalisation, actuellement, une installation destinée à évacuer des ébarbures de gaufrettes en sortie de four sera mise en route début 1974.

#### **PERSPECTIVES DANS LE DOMAINE ALIMENTAIRE DU CONVOYEUR JETSTREAM**

La distribution de boîtes de cartons à divers postes de conditionnement est appelée à connaître un grand développement.

En effet, dans cet emploi, de nombreuses qualités du Jetstream sont pleinement exploitées.

La réalisation des circuits de transport complexes avec un fonctionnement automatique est possible. Les débits obtenus, jusqu'à deux cents boîtes par minute, permettent de répondre à tous les problèmes.

Le respect total de l'aspect des boîtes, tant en transport qu'en stockage dynamique, représente évidemment l'atout majeur du Jetstream dans ce domaine.

Cependant, il serait vain de restreindre à cette application l'emploi du convoyeur Jetstream dans l'industrie alimentaire.

De nombreux transports d'éléments non orientés, aussi bien capsules que bouteilles en plastique, vont être réalisés prochainement.

Enfin, les qualités particulières du Jetstream, telle la souplesse d'implantation ou la possibilité dans certains cas de transporter des matières chaudes ou collantes, laissent présager la réalisation de nombreuses installations spéciales, non répétitives, mais dont l'importance justifiera à chaque fois une étude spéciale.

M. BLANCHARD,  
Ingénieur ICL



# Rapport préliminaire sur les domaines éventuels de recherches concernant les huiles lauriques et l'huile de palme <sup>(1)</sup>

Après avoir examiné la situation des huiles lauriques et de l'huile de palme par rapport à l'ensemble des matières grasses, le rapport étudie brièvement la production mondiale passée et présente, ainsi que le commerce de ces produits. Il ressort des indications actuelles que la production d'huile de coco connaîtra une expansion continue au cours des dix prochaines années, notamment aux Philippines. Les projections de la FAO relatives aux huiles de palme et de palmiste montrent qu'en 1980 la production de ces deux types d'huile aura largement augmenté et que celle d'huile de palme pourrait avoir doublé, par suite surtout de la production accrue de la Malaisie et de l'Indonésie.

On trouvera dans le document une brève étude des principales utilisations finales courantes des huiles lauriques et de palme. Les principales utilisations non alimentaires des huiles lauriques portent sur les détergents, les cosmétiques, les lubrifiants synthétiques, les savons et les produits pharmaceutiques tandis que les principales utilisations alimentaires résident dans la fabrication de margarine, de matières grasses culinaires et de produits laitiers d'imitation : « filled milk », succédanés de lait d'origine végétale et crèmes pour la confiserie. L'huile de palme a peu d'utilisations non alimentaires et sert essentiellement à la fabrication de margarine et de matières grasses culinaires. Dans le passé, trois facteurs limitant l'utilisation accrue des huiles lauriques et de palme étaient liés à la qualité, aux approvisionnements et aux prix. Il semblerait que pour ces huiles, le renforcement de l'offre sur les marchés mondiaux soit assuré et que leur prix sera sans doute concurrentiel par rapport à d'autres huiles végétales. Du fait de la concurrence accrue d'autres types d'huiles et de graisses, il est probable que les pays producteurs d'huiles lauriques et de palme continueront d'améliorer la qualité de leurs exportations.

Dans ces conditions, on peut s'attendre à ce que les utilisateurs

poursuivent et peut-être même augmentent leurs efforts de recherche et de développement concernant ces huiles. Le rapport estime que les travaux de recherche et de développement en matière d'utilisations non alimentaires des huiles lauriques pourraient viser à la production de nouveaux dérivés pour la fabrication d'huiles de graissage et d'enduits surfaciques. Pour ce qui est des utilisations alimentaires, les recherches porteront essentiellement sur la fabrication de produits laitiers d'imitation. Dans le cas de l'huile de palme, les recherches tendront probablement à l'amélioration des techniques de fractionnement en vue de produire des glycérides particuliers d'une valeur accrue, par exemple succédanés d'huiles de cuisine et de beurre de cacao. Un programme intensif de recherche supplémentaire spécialement conçu pour promouvoir l'utilisation des huiles lauriques et de palme pourrait néanmoins être rentable tant pour les producteurs que pour les exportateurs. De tels programmes ont eu leur importance, par exemple pour accroître l'utilisation d'huile de soja et de colza.

On considère qu'afin de mieux délimiter les domaines de recherche prioritaires et de pouvoir présenter un premier programme de recherche en vue de son financement, les principaux transformateurs et autres utilisateurs industriels (en Amérique du Nord, en Europe occidentale, en U. R. S. S. et au Japon) devront être invités à faire connaître leurs vues sur les facteurs techniques faisant obstacle à l'utilisation accrue de ces huiles. Le soutien financier destiné à permettre de réaliser une telle étude ainsi que les programmes de recherche ultérieurs pourrait provenir des gouvernements de pays exportateurs, de différentes sources d'assistance et d'associations d'exportateurs. Avant d'envisager d'autres mesures, les gouvernements intéressés devront faire connaître leur intérêt et dans quelle mesure ils s'engagent à entreprendre un tel programme de recherche.

\* \* \*

## I. — INTRODUCTION

1. Dans le passé, la plupart des matières grasses faisant l'objet d'un commerce international avaient des utilisations techniques et alimentaires assez spécifiques. Tel était plus particulièrement le cas des huiles lauriques qui, traditionnellement, étaient vendues nettement plus cher que les autres huiles végétales. Toutefois, les principaux utilisateurs d'huiles végétales sont maintenant en mesure de faire appel à la technologie moderne pour modifier les huiles et, par suite, de les substituer les unes aux autres de plus en plus fréquemment pour des utilisations alimentaires et davantage encore pour les utilisations non alimentaires. Pour ce qui est des huiles lauriques, dans un certain nombre de cas, elles continuent à présenter des avantages spécifiques par rapport à d'autres huiles et les utilisateurs sont sans doute prêts à payer

un certain supplément dans la mesure où elles sont menacées d'une substitution par des huiles synthétiques. Si les approvisionnements en huile de coco excèdent le niveau de la demande pour ces « utilisations finales préférentielles », le reliquat doit faire concurrence sur le marché d'ensemble des matières grasses et, dans ces conditions, on doit s'attendre à ce que le prix des huiles lauriques soit relativement faible.

2. On dispose de trois techniques principales pour modifier les matières grasses. L'**hydrogénation**, ou durcissement des acides gras insaturés, les convertit en acides gras saturés, produisant des modifications physiques de leurs propriétés telles que plasticité et élévation du point de fusion. L'**inter-estérification** est un processus par lequel les acides gras des matières grasses naturelles peuvent faire l'objet d'un échange des molécules de glycérides. Dans certaines conditions cet échange peut augmenter le taux de glycérides entièrement saturés et insaturés, ce qui donne un produit plus souhaitable. Enfin, le processus du **fractionnement** consiste à séparer une huile semi-liquide en une fraction liquide, d'une teneur relativement faible en acides gras saturés, et une fraction solide, d'une teneur élevée en acides gras saturés.

(1) Groupe intergouvernemental sur les graines oléagineuses et les matières grasses, huitième session, Rome, février 1974.

Texte reproduit avec l'autorisation de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Rome.

Le présent rapport a été préparé avec l'aide de M. J. H. Broadbent du Tropical Products Institute, Londres (Angleterre).



TABLEAU I

**Composition en acides gras de l'huile de coco, de l'huile de palme, d'autres huiles commerciales et d'huiles hydrogénées (pourcentage pondéral de l'ensemble des acides gras)**

Acides gras	Huile de coco	Huile de palme	Huile de soja	Huile de soja partiellement hydrogénée	Huile de tournesol	Huile de colza	Shortening végétal du commerce
Acides à chaîne courte (C6-C10) .....	15	—	—	—	—	—	—
Laurique .....	44-51	—	—	—	—	—	—
Myristique .....	13-18	1-6	Trace	—	—	—	—
Palmitique .....	8-10	32-47	7-10	9	5-7	2-4	12-16
Stéarique .....	1-3	3-8	3-6	20	4-5	—	5-25
Oléique .....	6-8	40-52	17-57	60	15-34	8-23	45-76
Linoléique .....	Tr.-3	5-11	28-57	10	55-71	11-17	3-13
Linoléénique .....	—	—	2-10	1	Trace	6-12	—
Eicosénique .....	—	—	—	—	—	8-14	—
Erucique .....	—	—	—	—	—	41-54	—
Indice d'Iode (Wijis) ..	7-11	44-54	120-141	72-76	112-135	97-108	65-90
Point de fusion °C....	22-26	27-50	— 20 à — 23	37-39	—	—	40-51

3. Le tableau 1 montre la composition en acides gras de l'huile de coco et de l'huile de palme, ainsi que des trois principales huiles qui leur font concurrence (soja, colza et tournesol), de l'huile de soja hydrogénée et du shortening végétal du commerce. La similarité de la composition en acides gras de l'huile de soja hydrogénée et du shortening végétal du commerce apparaît clairement. Le tableau indique aussi que l'huile de palme peut également trouver un débouché sous forme de shortening végétal du commerce.

4. Les huiles lauriques, dont l'huile de coco est nettement la plus importante, entrent pour environ 7 à 8 p. 100 dans la production et pour environ 15 p. 100 dans le commerce de toutes les matières grasses comestibles ou de savonnerie. L'importance relative des huiles lauriques a décliné au cours de la précédente décennie. L'huile de palme représente maintenant environ 5 p. 100 de la production et à peu près 10 p. 100 du commerce de toutes les matières grasses comestibles ou de savonnerie. Ces proportions n'ont cessé de décroître pendant la plus grande partie des années soixante ; on a toutefois noté une reprise au cours des toutes dernières années.

5. Les huiles qui ont vu leur importance s'accroître le plus au cours des années récentes sont les huiles de soja, de sésame et de tournesol, qui sont toutes cultivées dans les pays à forts revenus. Cette augmentation est motivée en partie par la fermeté de la demande de l'ensemble des produits tirés de ces graines oléagineuses des régions tempérées, à savoir les tourteaux et les farines pour l'alimentation animale. Par comparaison, la quantité ainsi que la teneur protéique des tourteaux de produits de coco et de palme sont très faibles. Afin de maintenir ou d'améliorer la compétitivité de ces huiles tropicales, il est extrêmement important que les pays produisant les noix de coco et les palmiers à huile recourent à la technologie agricole moderne (sélection végétale, utilisation d'engrais et amélioration du matériel de récolte et des installations d'entreposage), ainsi que des procédés industriels de transformation (utilisation d'un matériel amélioré de broyage), extraction par solvants et, dans une certaine mesure, techniques susmentionnées de modification des huiles et des graisses. Les progrès importants dans l'amélioration des cultures et les techniques de transformation ont été réalisés pour les noix de coco et le palmier à huile mais, compte tenu de la concurrence des huiles et graisses d'autres graines oléagineuses, il conviendrait d'intensifier les efforts, en particulier pour améliorer la qualité des huiles et abaisser les coûts de production.

## II. - PRODUCTION ET COMMERCE

6. La **production** estimée (1) pour les huiles de coco, de palme et de palmiste depuis 1961, par principaux pays et régions producteurs, est récapitulée au tableau 2. La production mondiale d'huile de coco n'a guère évolué au cours des années soixante. Durant presque toute cette période, la production supplémentaire de noix de coco a été en moyenne juste suffisante pour faire face à l'accroissement de la demande de noix de coco comestibles ; en effet, étant donné que de nouvelles plantations ont commencé à produire aux Philippines vers la fin des années soixante, on aurait pu s'attendre à un accroissement de la production totale, mais les dégâts provoqués par les typhons et la sécheresse ont neutralisé cette augmentation. Toutefois, en 1971 et en 1972, la production des Philippines a sensiblement progressé du fait, d'une part, de l'extension de la zone de production et, d'autre part, de la reprise après une période d'intempéries. L'Asie a toujours assuré l'essentiel de la production mondiale, mais la prédominance des Philippines dans le total a brusquement augmenté ces toutes dernières années, si bien que ce pays représente maintenant approximativement la moitié de la production mondiale. D'importantes plantations nouvelles de noix de coco ont été créées dans les régions centrales et méridionales des Philippines où les palmiers sont moins exposés aux typhons. La production devrait s'accroître davantage au cours de la prochaine décennie, spécialement aux Philippines mais aussi, dans une moindre mesure, dans certaines autres parties de l'Asie et en Côte-d'Ivoire. Les projections de la FAO (1971) (2) indiquaient pour la production mondiale un niveau de 2,9 millions de tonnes d'huile de coco en 1980 mais, compte tenu de la production qui, en 1972, atteignait déjà 2,8 millions de tonnes, et à la lumière des informations les plus récentes sur les plantations, ce chiffre devra sans doute être relevé.

7. La production d'huiles de palme et de palmiste n'a pas non plus montré une forte tendance à l'augmentation au cours des années soixante, encore que, notamment pour ce qui est de l'huile de palme, une phase d'expansion rapide ait maintenant commencé dans plusieurs pays. Aussi, l'Asie tend-elle à supplanter

(1) Les chiffres relatifs à la production d'huiles de coco et de palmiste représentent l'équivalent total en huile du coprah et des palmistes, que le broyage ait été effectué dans le pays producteur ou après exportation.

(2) Projections relatives aux produits agricoles 1970-1980, CCP : 71/20, FAO, Rome, 1971.

**TABEAU 2**  
**Estimation de la production (1) d'huiles lauriques et de palme**

	1961-65 moyenne	1966-70 moyenne	1970	1971	1972 (chiffres prélimi- naires)
Milliers de tonnes					
<b>HUILES LAURIQUES</b>					
<b>Huile de coco</b>					
Philippines .....	894.7	875.7	848.0	1 107.2 *	(1 395.2)
Indonésie .....	305.4	385.5	444.2	467.2 *	( 473.6)
Inde .....	166.8	176.4	179.2	179.2 *	( 182.4)
Sri Lanka .....	179.2	125.5	117.3	128.0	( 153.6)
Malaisie .....	113.1	120.7	125.3	121.1	( 111.4)
Asie, autres pays .....	34.3	33.7	34.3	34.3	( 34.1)
<b>Total Asie .....</b>	<b>1 693.5</b>	<b>1 717.5</b>	<b>1 748.3</b>	<b>2 037.0</b>	<b>2 350.3</b>
Afrique .....	70.7	70.3	76.6	79.8	81.2
Reste du monde .....	344.1	337.2	336.6	331.8	356.5
<b>Total mondial .....</b>	<b>2 108.3</b>	<b>2 125.0</b>	<b>2 161.5</b>	<b>2 448.6</b>	<b>2 788.0</b>
<b>Huile de palmiste</b>					
Nigeria .....	196.9	140.8 *	138.7 *	144.3 *	124.1
Zaïre (République du) .....	51.6 *	52.5 *	61.1 *	55.9	45.1
Dahomey .....	24.1	25.0	28.2 *	29.1	29.1
Sierra Leone .....	26.1	23.6	28.2	24.4 *	24.0
Cameroun .....	17.5	22.1	26.3 *	27.3 *	(26.8)
Afrique, autres pays .....	61.0	69.2	70.6	70.1	77.3
<b>Total Afrique .....</b>	<b>377.2</b>	<b>333.2</b>	<b>353.1</b>	<b>351.1</b>	<b>326.4</b>
Malaisie .....	14.0	30.9	43.4	59.3	71.0
Indonésie .....	15.6	18.7	22.6	26.4	30.1
Asie, autres pays .....	—	—	—	—	—
<b>Total Asie .....</b>	<b>29.6</b>	<b>49.6</b>	<b>66.0</b>	<b>85.7</b>	<b>101.1</b>
Reste du monde (2) .....	111.7	135.5	140.5	151.2	150.3
<b>Total mondial .....</b>	<b>518.5</b>	<b>518.3</b>	<b>559.6</b>	<b>588.0</b>	<b>577.8</b>
<b>Total général huiles lau- riques .....</b>	<b>2 626.8</b>	<b>2 643.3</b>	<b>2 721.1</b>	<b>3 036.6</b>	<b>3 365.8</b>
<b>HUILE DE PALME</b>					
Malaisie .....	120.4	296.3	431.2	588.9	734.2
Indonésie .....	150.7	184.0	216.5	248.4	282.0
Asie, autres pays .....	—	—	—	—	—
<b>Total Asie .....</b>	<b>271.1</b>	<b>480.3</b>	<b>647.7</b>	<b>837.3</b>	<b>1 016.2</b>
Nigeria .....	521.0 *	423.2	488.0 *	500.0	475.0
Zaïre (République du) .....	175.4	165.8	180.0	197.0 *	190.0
Côte-d'Ivoire .....	24.5	35.1	50.0	71.0	115.0
Cameroun .....	42.5	50.3	54.0 *	56.0 *	(58.0)
Dahomey .....	24.5	32.3	45.0 *	47.0 *	(36.0)
Afrique, autres pays .....	181.5	219.3	236.2	241.5	243.8
<b>Total Afrique .....</b>	<b>969.4</b>	<b>926.0</b>	<b>1 053.2</b>	<b>1 112.5</b>	<b>1 117.8</b>
Reste du monde .....	36.8	63.0	74.4	90.9	92.3
<b>Total mondial .....</b>	<b>1 277.3</b>	<b>1 469.3</b>	<b>1 775.3</b>	<b>2 040.7</b>	<b>2 226.3</b>

(1) Voir note (1) page 204.

\* Source officielle.

(2) Y compris l'huile de babassu (Brésil).

( ) Estimations FAO.

l'Afrique, principale région productrice d'huile de palme. Les nouvelles plantations qui ont été récemment entreprises en Malaisie, en Indonésie et en Côte-d'Ivoire auront des rendements supérieurs au cours des années soixante-dix et les récents travaux de la FAO sur les perspectives de production (1) suggèrent qu'en 1980 la production mondiale d'huile de palme pourrait bien atteindre le double du niveau actuel et que celle d'huile de palmiste pourrait augmenter d'au moins un tiers. La différence des

taux d'augmentation pour ces produits du palmier à huile est essentiellement due au fait que, par rapport aux anciens types, les nouvelles variétés donneront plus d'huile de palme que d'huile de palmiste.

8. Les **exportations** d'huile de coco (y compris l'équivalent en huile du coprah) ont eu légèrement tendance à décliner au cours des années soixante, encore que les volumes se soient largement accrus en 1971 et 1972 (voir tableau 3). Les principales augmentations ont porté sur les exportations des Philippines, qui représentent actuellement environ les deux tiers des exportations mondiales. L'accroissement de la consommation intérieure

(1) Perspectives à 1980 des disponibilités de palmistes et d'huile de palme, Bulletin mensuel, Economie et Statistique agricoles, Vol. 21, n° 4, 1972.

**TABEAU 3**  
**Exportations brutes (1) des pays producteurs d'huiles lauriques et de palme**

	1961-65 moyenne	1966-70 moyenne	1970	1971	1971 (chiffres prélimi- naires)
Milliers de tonnes (équivalent en huile)					
<b>HUILES LAURIQUES</b>					
<b>Huile de coco</b>					
Philippines .....	728.3	722.3	625.5	863.4	1 088.8
Papouasie/Nouvelle-Guinée .....	70.1	78.7	87.3	85.4	83.6
Sri Lanka .....	129.8	73.9	67.9	81.9	108.8
Indonésie .....	115.1	129.5	132.6	65.0	41.2
Malaisie .....	42.1	36.1	46.7	43.3	34.0
Asie, autres pays/Océanie.....	140.8	158.5	173.1	152.7	152.0
Total Asie/Océanie .....	1 226.2	1 190.2	1 107.4	1 300.4	1 518.1
Total Afrique .....	61.7	61.1	66.1	63.6	55.6
Reste du monde .....	—	—	—	—	—
<b>Total mondial .....</b>	<b>1 287.9</b>	<b>1 251.3</b>	<b>1 173.5</b>	<b>1 364.0</b>	<b>1 573.7</b>
<b>Huile de palmiste</b>					
Nigeria .....	190.6	136.1	119.8	140.0	133.3
Zaïre (République du) .....	43.8	44.5	50.3	44.9	37.3
Dahomey .....	23.6	23.3	27.2	30.6	28.5
Sierra Leone .....	26.1	24.8	28.3	24.4	22.4
Afrique, autres pays .....	56.7	56.8	61.8	59.4	52.3
Total Afrique .....	340.8	285.5	287.4	299.3	273.8
Malaisie .....	11.6	18.8	16.8	16.0	55.6
Asie, autres pays .....	15.9	15.2	13.4	20.8	24.6
Total Asie .....	27.5	34.0	30.2	36.8	80.2
Reste du monde .....	3.4	5.1	6.6	7.4	7.0
<b>Total mondial .....</b>	<b>371.7</b>	<b>324.6</b>	<b>324.2</b>	<b>343.5</b>	<b>361.0</b>
<b>Total général huiles lau- riques .....</b>	<b>1 659.6</b>	<b>1 575.9</b>	<b>1 497.7</b>	<b>1 707.5</b>	<b>1 934.7</b>
<b>HUILE DE PALME</b>					
Malaisie .....	117.7	283.6	402.0	571.9	693.8
Indonésie .....	117.4	147.5	155.0	189.6	243.0
Asie, autres pays.....	—	—	—	—	—
Total Asie .....	235.1	431.1	557.0	761.5	936.8
Zaïre (République du) .....	131.2	123.1	123.5	111.9	87.0
Nigeria .....	140.9	42.8	40.4	17.2	1.5
Côte-d'Ivoire .....	0.8	3.2	12.5	28.1	40.0
Afrique, autres pays .....	44.1	36.8	38.0	38.1	39.0
Total Afrique .....	317.0	205.9	214.4	195.3	167.5
Reste du monde .....	1.5	10.3	21.2	24.0	24.0
<b>Total mondial .....</b>	<b>553.6</b>	<b>647.3</b>	<b>792.6</b>	<b>980.8</b>	<b>1 128.3</b>

(1) Y compris équivalent en huile du coprah et des palmistes exportés.

d'huile de coco devrait limiter la progression des exportations du Sri Lanka et de l'Indonésie si bien que, compte tenu du fait qu'une importante partie de l'expansion de la production sera vraisemblablement imputable aux Philippines, ce pays contribuera sans doute dans une mesure plus large encore qu'à présent aux exportations mondiales ultérieures.

9. Le Nigeria continue à dominer le commerce mondial d'huile de palmiste mais les exportations de l'Asie prennent une importance croissante. Les disponibilités exportables devraient continuer à augmenter ; toutefois, sur l'ensemble des exportations d'huiles lauriques, la proportion de l'huile de palmiste ne devrait pas excéder 25 p. 100, l'huile de coco représentant presque tout le reste.

10. Les exportations d'huile de palme ont augmenté progressivement pendant toute la période considérée, le taux de croissance ayant été particulièrement rapide ces dernières années.

Le Nigeria, qui était autrefois le principal pays exportateur, a maintenant pratiquement disparu des marchés mondiaux du fait, en partie, des répercussions des troubles civils sur la production mais aussi de l'essor rapide de la consommation intérieure. Le Zaïre a également exporté des quantités moindres ces dernières années, alors que l'Indonésie et, plus encore, la Malaisie sont devenues les deux principaux pays exportateurs, une faible partie seulement de leur production étant consommée sur place. Les producteurs d'Asie devraient pouvoir augmenter encore leur part du commerce mondial à mesure que l'accroissement rapide de la production mentionné ci-dessus deviendra disponible pour l'exportation.

11. Le tableau 4 récapitule les importations d'huiles lauriques et de palme (y compris l'équivalent en huile du coprah et des palmistes). Pour ce qui est des huiles lauriques, les Etats-Unis sont de loin le principal importateur (notamment pour l'huile de coco),

TABLEAU 4  
Importations définitives (1) d'huiles lauriques et de palme

	1964-66 moyenne	1967-69 moyenne	1970	1971
Milliers de tonnes				
HUILES LAURIQUES				
France				
Huile de coco .....	66.9	63.2	53.3	68.2
Huile de palmiste .....	37.1	28.3	37.3	41.4
Total lauriques .....	104.0	91.5	90.6	109.6
Allemagne (République fédérale d')				
Huile de coco .....	217.4	167.7	115.6	173.4
Huile de palmiste .....	70.0	51.3	55.0	60.0
Total lauriques .....	287.4	219.0	170.6	233.4
Japon				
Huile de coco .....	60.8	74.5	82.5	75.9
Huile de palmiste .....	9.1	10.5	12.2	10.3
Total lauriques .....	69.9	85.0	94.7	86.2
Pays-Bas				
Huile de coco .....	59.4	50.7	26.1	53.2
Huile de palmiste .....	40.7	38.2	56.6	57.1
Total lauriques .....	100.1	88.9	82.7	110.3
Royaume-Uni				
Huile de coco .....	76.8	72.0	67.4	64.3
Huile de palmiste .....	92.3	59.4	51.2	61.2
Total lauriques .....	169.1	131.4	118.6	125.5
Etats-Unis				
Huile de coco .....	360.8	387.9	391.8	400.1
Huile de palmiste .....	42.0	49.0	37.4	43.4
Total lauriques .....	402.8	436.9	429.2	443.5
Canada				
Huile de coco .....	18.4	20.8	21.5	20.6
Huile de palmiste .....	4.0	5.8	5.2	4.9
Total lauriques .....	22.4	26.6	26.7	25.5
Italie				
Huile de coco .....	31.6	37.7	28.1	39.8
Huile de palmiste .....	9.8	8.7	10.5	14.6
Total lauriques .....	41.4	46.4	38.6	54.4
Suède				
Huile de coco .....	44.2	32.0	28.7	31.0
Huile de palmiste .....	1.0	0.8	0.7	0.8
Total lauriques .....	45.2	32.8	29.4	31.8
Total partiel				
Huile de coco .....	936.3	906.5	815.0	926.5
Huile de palmiste .....	306.0	252.0	266.1	293.7
Total lauriques .....	1 242.3	1 158.5	1 081.1	1 220.2
HUILE DE PALME				
Belgique .....	27.1	21.1	22.7	22.7
France .....	38.4	36.8	43.2	50.6
Allemagne (République fédérale d') .....	105.9	115.7	110.6	145.3
Irak .....	38.4	54.7	66.0	78.4
Italie .....	31.1	42.0	42.5	53.1
Japon .....	18.0	30.3	39.9	40.9
Pays-Bas .....	62.2	59.0	70.0	87.5
Portugal .....	15.3	15.9	18.7	18.2
Royaume-Uni .....	127.6	115.5	161.8	222.5
Etats-Unis .....	13.4	49.5	63.9	102.9
Total partiel .....	477.4	540.5	639.3	822.1

(1) Y compris équivalent en huile du coprah et des palmistes importés.

suivis par la République fédérale d'Allemagne. Le Royaume-Uni, les Pays-Bas, la France et le Japon en importent de bien moindres quantités mais, au total, ces six grands importateurs absorbent environ les deux tiers du commerce mondial. En ce qui concerne l'huile de palme, le Royaume-Uni et la République fédérale d'Allemagne sont les principaux importateurs. L'accrois-

sement très rapide des importations d'huile de palme par les Etats-Unis est en fort contraste avec l'accroissement relativement lent et l'exiguïté en valeur absolue des importations japonaises. L'Irak a récemment commencé à acheter des quantités considérables d'huile de palme.

(à suivre)



# LE MARCHÉ INTERNATIONAL DES OLÉAGINEUX

Pendant le mois de mars 1974

**Georges BROCHE**

Aucun élément véritablement original ne permet de caractériser ce dernier mois de marché. Aucun, sinon une grande confusion, comme une hésitation des cours qui rendent les schémas habituels d'analyse impuissants à sonder cette conjoncture particulière. Mais est-elle vraiment encore particulière ?

Il est devenu évident que le bilan des ressources propres à chaque secteur du marché mondial est souvent de faible poids dans l'évolution des cours de celles-ci, au regard des facteurs économiques généraux, politiques, sociaux, monétaires — les heurs et les malheurs du dollar, par exemple — l'ensemble concourant à cette hausse générale des prix, qui devient une hantise, particulièrement celle des prix des matières premières, produits refuges. L'indice général des matières premières, tel que le publie l'Institut National des Statistiques, est pour janvier 1974, dernière référence, de 231, 4, contre 133, 2 en janvier 1973, par rapport à une base 100 en 1968. Sur la même base de 1968, l'indice des prix des oléagineux était en décembre 1973, dernier chiffre publié, de 283,5.

Cependant, si nous venons de parler de confusion, et d'hésitation, c'est que les courbes de prix que nous donnons ce mois-ci dans le secteur des oléagineux, sans traduire une réelle tendance, encore moins une véritable inversion du sens précédent, d'une manière générale semblent plafonner avec un léger repli sur la fin, repli dont nous ne pourrions dégager la signification, s'il se maintient, que dans la suite.

## I. — LE MARCHÉ DES FLUIDES

A vrai dire, pour les graines de soja, élément primordial de ce secteur, ce mouvement de déclin s'est même esquissé à la Bourse de Chicago dès le départ de ce mois. Si nous prenons le terme de mai, le boisseau de graines, qui avait remonté dans les derniers jours de février à 684 cents, passait à 643 cents au 1<sup>er</sup> mars puis oscillait dans le cours du mois entre 625 et 650 \$ jusqu'au 20, pour tomber à 600, puis 595 le dernier jour. Les cours des mêmes graines au stade caf ports européens, moins immédiatement sensibles, qui se situaient fin février à 270 \$ la tonne, oscillaient autour de 265 dans le mois pour finir à 255 \$ fin mars.

Quant aux huiles de soja, malgré un volume d'affaires important en raison des besoins d'approvisionnement, leurs cours au même stade caf ont marqué un déclin également limité mais net, passant de 790 \$ la tonne au début à 735 environ au milieu du mois pour terminer fin mars à 668 \$. La même évolution est suivie par les colzas dont les graines de Canada passent dans le mois de 358 à 321 \$ caf, les graines et les huiles communautaires se situant dans le même rapport.

Trois causes « techniques », semble-t-il, à ces fléchissements plus ou moins marqués de prix, essentiellement sur le soja :

— l'influence d'abord, bien sûr, dont nous avons déjà parlé, de l'excellente récolte de soja d'U. S. A.

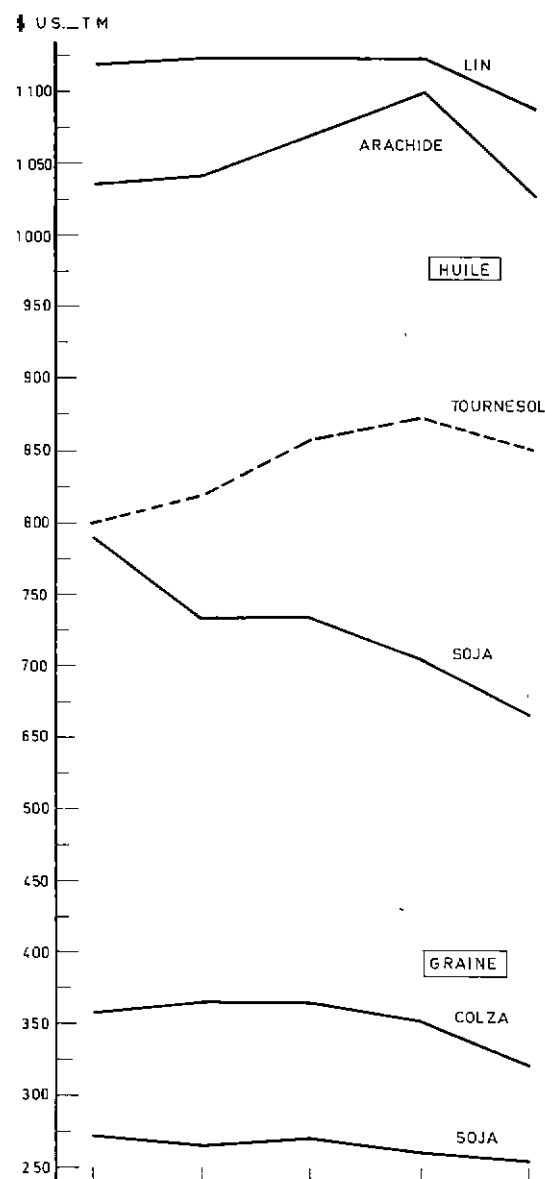
et la promesse de ressources qui s'en dégage pour l'ensemble de la campagne ;

— l'annonce d'une bonne récolte d'arachides en Inde ;

— enfin le déclin, depuis plus de trois mois, du prix des tourteaux encore légèrement infléchis en mars, nous allons le voir.

Mais les facteurs généraux que nous avons une fois de plus évoqués au début de cet article ont été là pour atténuer largement ces causes et en ramener l'effet aux mouvements très réduits que l'on constate.

Notre graphique 1 sur les fluides ne donne toujours



Graphique 1. — Evolution des cours des principales graines et huiles fluides. Prix représentatifs les plus bas.

pas de cours de graines d'arachide et il y a plusieurs mois déjà que nous avons dû nous priver d'en produire devant l'insuffisance des offres due à la grande pénurie des récoltes africaines.

Signalons pourtant que quelques lots de zone franc ont été offerts à 315, puis 305 francs les 100 kg sur embarquements avril/mai, des graines du Soudan à 270 £ la tonne métrique, des graines des Etats-Unis à 610/615 \$ la tonne sur embarquements de même date. Mais les acheteurs se sont montrés réticents, si nécessaires que soient ces tonnages, en raison de leur niveau et du plafonnement administratif, par contre du prix des huiles raffinées.

Quant aux huiles brutes d'arachide, si nous voyons encore sur notre graphique leurs cours évoluer dans le mois de 1 040 à 1 100 \$ la tonne pour revenir à 1 030 fin mars, le maintien d'un tel niveau est dû au caractère quantitativement limité des offres par rapport aux besoins ; et cependant, malgré ces limites, les transactions semblent avoir été réduites au minimum indispensable sous l'effet là aussi du plafonnement administratif du produit fini, décourageant les acheteurs ayant à servir un marché qui est au surplus depuis longtemps en régression.

Il est étonnant, au premier abord, de ne pas voir les huiles de tournesol suivre le mouvement de déclin qui s'est dessiné pour les huiles de soja et de colza ; l'importance de la récolte de tournesol cette année en U. R. S. S. et dans les autres pays de l'Est, que nous avons antérieurement commentée, devrait faciliter un mouvement de même sens, quelle que soit l'influence inverse des facteurs généraux de l'économie. Cependant, nous constatons sur le graphique une évidente fermeté de ce cours de l'huile de tournesol en mars, malgré les deux millions de tonnes de graines de tournesol de surcroît cette année pour la seule récolte d'U. R. S. S. (déficitaire, il est vrai, l'an dernier).

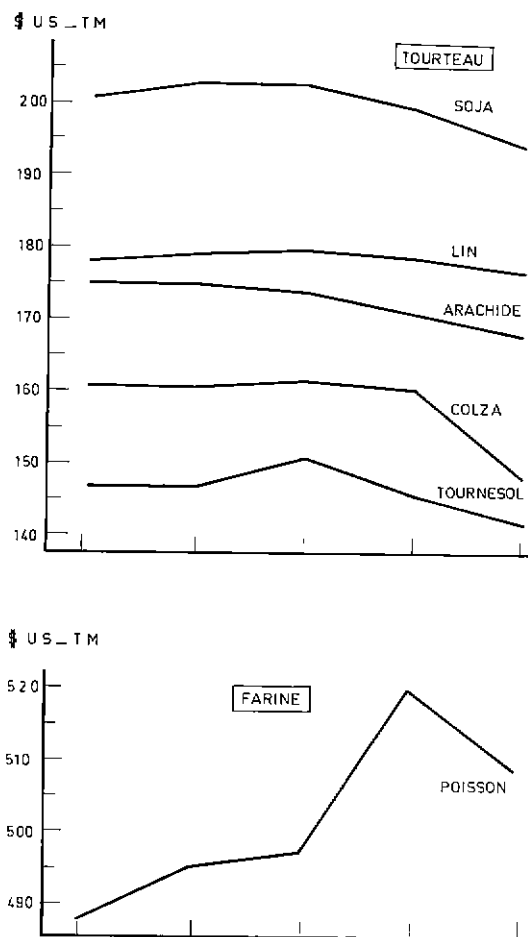
Ici les justifications techniques du phénomène sont au nombre de deux : le transfert, déjà constaté dans les mois passés, d'une partie de la consommation antérieure des huiles d'arachide, trop rares et trop chères, sur les huiles de tournesol — donc une tension de la demande pour celles-ci — mais aussi, une réduction de l'offre à l'exportation des Républiques Socialistes, désireuses de conserver leurs ressources en raison d'une part, d'un certain déficit en céréales, et de limiter également par là, autant que possible, leurs importations de soja par rapport à l'an dernier.

Pour finir ce tour d'horizon du secteur des fluides, nous noterons une fois de plus la constante fermeté, dans les huiles industrielles, des huiles de lin, dont les prix, toujours au sommet de nos courbes, ont oscillé autour de 1125 \$ la tonne durant ce mois, avec la petite chute finale commune à presque tout ce marché (tournesol excepté).

## II. — LE MARCHÉ DES TOURTEAUX

Le graphique d'évolution des prix des tourteaux durant ce mois de mars, que nous présentons maintenant, traduit une nouvelle fois — c'est la troisième, après une situation de même sens en janvier et février — un mouvement lent, mais continu de baisse (à l'exception toutefois du tourteau de lin).

Dans le climat général de hausse, ce marché exprime



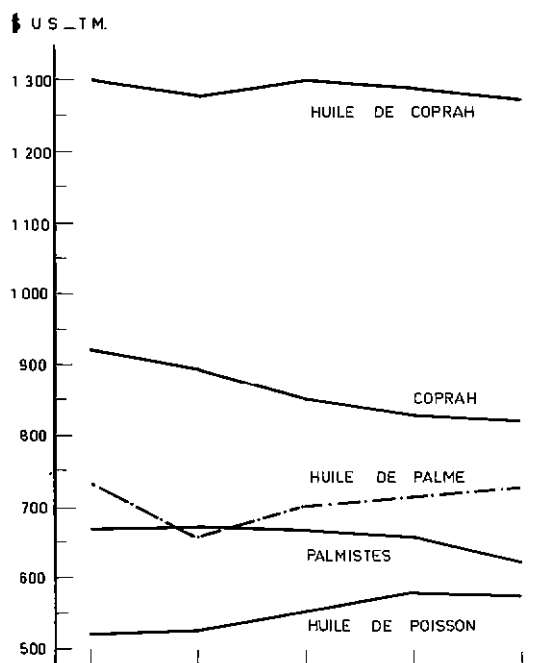
Graphique 2. — Evolution des cours des principaux tourteaux et de la farine de poisson pendant le mois de mars.

ainsi depuis le début de l'année une note discordante, une des rares notations qui soient rassurantes pour les utilisateurs.

Sans doute faut-il y voir, ici plus qu'ailleurs, nous l'avons déjà observé, l'influence dominante de l'abondance de cette campagne en soja. S'y ajoute cette fois les meilleures perspectives de ressources en farine de poisson avec la reprise de la pêche au Pérou et les nouvelles optimistes des premiers résultats (malgré la mise en garde, sans doute intéressée, contre cet optimisme, du gouvernement péruvien, mise en garde qui est peut-être à l'origine de la pointe de la courbe du cours des farines de poisson au 20 mars).

## III. — LE MARCHÉ DES CONCRÈTES

C'est aussi un climat assez nouveau d'hésitation que traduit le tableau d'évolution des cours des huiles et graines concrètes. Après les événements du Moyen-Orient en octobre puis la crise du pétrole et le boom général de prix des matières premières qui a suivi, c'est le secteur des concrètes qui dans l'ensemble du marché des oléagineux a atteint les niveaux de cours les plus élevés. N'oublions pas que si, à fin février dernier, le coprah de Philippines/Indonésie était coté caf Rotterdam 920 \$ la tonne et l'huile de coprah de même origine à la même date 1 300 \$, les prix des mêmes



Graphique 3. — Evolution des cours des principales graines et huiles concrètes pendant le mois de mars.

produits étaient en moyenne pour l'ensemble de l'année 1972 à 142 \$ et de 215 \$, alors que pour la graine et l'huile de soja, produits dominants des fluides, le même rapport est de 269/140 pour la graine et 789/241 pour l'huile.

Certes nous devons reconnaître que cette comparaison des effets de la hausse générale des matières premières et des facteurs généraux de crise dans les deux secteurs respectifs des fluides et des concrètes est faus-

sée par ce que nous avons appelé les facteurs techniques de ce marché : augmentation de 25 p. 100 des ressources en soja pour cette campagne, mauvaises récoltes de coprah au contraire dans le Pacifique, engendrant notamment des mesures sévères à l'exportation du gouvernement philippin ou indonésien. Mais il n'en reste pas moins que le coprah étant le produit dominant des concrètes, comme le soja pour les fluides, sa conjoncture a déterminé celle de tous les produits concrets, dont les cours ont été les plus tendus du marché des oléagineux pendant cette période.

Ainsi tout signe de détente ici est particulièrement à noter. Et nous voyons tout de même le coprah, au stade que nous avons dit, s'incliner pendant ce mois de mars de 920 à 850 \$ pour finir à 825 \$, les palmistes de 670 à 624 \$ la tonne, l'huile de coprah un peu moins sensible de 1 300 à 1 275. Raison technique peut-être à l'origine : la décision du gouvernement des Philippines de renoncer à l'embargo sur les exportations, mais décision sans doute commandée par les données du marché.

Sans doute, ce mouvement de déclin ne se discerne pas sur les huiles de palme, dont les cours restent du début à la fin sensiblement de même niveau. Mais nous donnons des prix en rapproché ; ici le déport sur l'éloigné, sur août par exemple, est important, de 300 \$ par tonne en baisse pour les huiles de Sumatra. Quant aux huiles de poisson, leur légère hausse de la courbe est due sans doute à un afflux de la demande qui a beaucoup attendu, car elle est en contradiction avec les meilleures ressources annoncées de la pêche au Pérou, évoquées plus haut.

Ce n'est qu'avec le recul d'un nouveau mois que nous pourrions sans doute discerner si ces « notes d'hésitation » sont des indices plus nets d'un changement de tendance et de meilleur équilibre.

8